

Radiový KONSTRUKTÉR Svazarmu

Plánky a návody Amatérského radia



ROČNÍK II • 1956 • ČÍSLO 2

ČTENÁŘI NÁM PÍŠÍ

se ta rubrika jmenuje obvykle v našich časopisech, „Nam pišut“ v sovětských, „Letters to the Editor“ v anglosaských, „Nasi czytelnicy piszą“ v polských, „Unsere Leser schreiben uns“ v německých; zkrátka čtenáři píší redakcím svých časopisů všude na světě. Probíráme-li se denní poštou, většina pochází právě od čtenářů – jsou tu kritiky časopisu, občas také pochvala (když se mi něco nelíbí, spíše sednu a napíšu nežli když jsem spokojen), a většina zbylých jsou technické dotazy. Odpovíme rádi na každý, pokud stačí síly redakčního personálu, ihned; je-li třeba bližších vysvětlivek, zašleme dotaz autorovi konstrukce nebo některému odborníkovi v příslušném oboru. Jenže někdy je té pošty mnoho – a pak se nezlobte, vážení čtenáři, že odpověď na sebe dá trochu déle čekat. Tato služba, porady na technické dotazy, je jaksi na okraji úkolů redakce a leckdy se nám zdá, že by čtenáři mnohem lépe prospělo osobní vysvětlení a názorná ukázka než několikastránkový dopis. Nemyslíme tím zrovna cestu do Prahy.

Vždyť právě k tomuto účelu jsou budovány ve všech krajích a okresech radiokluby, proto jsou vybavovány měřidly a ostatním technickým zařízením. Ovšem, to samo o sobě by nestačilo, kdyby tu nebyli lidé s odbornými znalostmi a ochotní pomoci radou méně zkušeným. A těch lidí je

v našich radioklubech a základních organizacích Svazarmu na závodech nastovky. Vidíme to nejlépe ze závazků, uzavíraných na počest I. sjezdu Svazarmu v květnu 1956. Tak ve sportovním družstvu radia OK2KPO se s. Miroslav Krysten, Adolf Mazur a Jan Benda zavazují, že budou pracovat jako instruktoři a učitelé. S. Antonín Koruna ze SRD OK2KZP chce přispět k doplnění mechanického vybavení klubovny Okresního radioklubu v Šumperku. Soudruh Miloň Šváb zhotoví pro Okresní radioklub Hodonín magnetofon. Soudruh Ota Kudláček chce vést výcvik povolanců-radistů. Také na Vsetíně se chtějí soudruzi Lagač a Miroš starat o skupinu povolanců. A tak bychom mohli pokračovat, že by papír jednoho čísla RKS nestačil, ve vyjmenovávání radistů, ochotných pomáhat méně zkušeným. Není škoda, nechat takovou příležitost nevyužítu? Možná, že se trápíte s nějakým problémem, který není vůbec žádným problémem hned pro souseda za plotem. Několik slov, náčrt tužkou, utáhnout sedmnáct šroubků, to vše v dílně radioklubu nezabere ani tolik času, kolik jsem potřeboval k napsání tohoto dopisu našim čtenářům, a je po problému. Využili jste už této příležitosti? Zkuste to. Budete z toho mít víc užitku než kdybyste utáhli těch sedmnáct šroubků na prefabrikované stavebnici.

PŘIJIMAČ DO VOZU I NA CHATU

J. Kosař

Poslech rozhlasu patří dnes k samozřejmé potřebě člověka a proto ani rozhlasový přijímač v automobilu není dnes nějakou výstředností, nýbrž samozřejmou věcí. Vždyť ani na automobil se dnes nedíváme jako na luxusní předmět, nýbrž jako na běžný dopravní prostředek, jenž se stále výrazněji stává majetkem širokých vrstev. Není proto rozhodně nečasový článek pojednávající o problémech přijímače do automobilu. Na našem trhu vyskytuje se dosud pouze, jediný druh rozhlasového přijímače pro automobil, který však kromě typů vozů pro které je určen, se velmi těžko vestavuje do starších typů, které jsou u nás dosud v provozu a jejichž život lze počítat ještě na desítky let. Účelem tohoto článku je předem vyjasnit některé problémy radiopřijímače všeobecně, pak použít získané poznatky speciálně na autopřijímač a konečně popsat zhotovení takového přístroje amatérskými prostředky.

Aby byl umožněn poslech rozhlasu ve voze, můžeme se ubírat dvojí cestou. Jezdí-li vlastník vozu pouze rekreačně na konci týdne, na příklad do chaty, lze beze všeho použít normálního bateriového kufříkového přijímače, umístěného na sedadle vedle řidiče a tento po dosažení cíle přenést do chaty k dalšímu použití. V tomto případě je nutno, aby ve voze byla instalována příslušná zásuvka od anteny, která by umožňovala snadné připojení a odpojení od přenosného přijímače. Toto řešení je opravdu náhražkové, neboť přístroj zabírá ve voze nežádoucí místo a také obsluha je nebezpečná, neboť řidič musí při obsluze spustit oči s cesty, což pak odporuje i dopravním předpisům. Kromě toho při delší jízdě se vybíjejí baterie, které pak nevystačí pro provoz v chatě. Prostě toto řešení není to pravé, neboť přímožhavené elektronky s úpornými vlákny, použité v přenosných přijímačích, ne-

jsou tak mechanicky uzpůsobeny, aby bez poškození snášely trvale dopravu automobilem. Přestaneme proto o této možnosti vůbec uvažovat a dostaneme se k přijímači napájenému z akumulátoru. Ten má vždy dostatečnou kapacitu, aby přijímač mohl pracovat řadu hodin, i když je vozidlo v klidu. V případě, že je vůz v pohybu, dodává potřebný proud dynamo a ještě akumulátor dobíjí. Odpadá zde tedy úplně starost s napájením jako u prvního případu. Takovýto přijímač bývá vždy pevně namontován ve voze, obvykle na rozvodné desce, takže neubírá prostor uvnitř vozidla a umožňuje bezpečnou obsluhu.

Jaké budou požadavky na dobrý automobilový přijímač? V první řadě to bude jistý příjem vysílačů středovlnného pásma. Bohužel i to na mnoha místech bude otázkou. Víme dobře, jaké rušení se zde vyskytuje. Musíme se proto snažit o co možno největší selektivitu tohoto přístroje. Vzhledem k tomu, že u tohoto typu přístroje se vzdáváme nároků na vysoce jakostní reprodukci, můžeme si pomoci zúžením šířky pásma mezifrekvenční části. Je možné též použít dalšího mezifrekvenčního stupně. Tím se ovšem poněkud zvýší šum, který však můžeme zanedbat vzhledem k úrovni rušení vozu. Nejdůležitější vlastností tohoto přijímače bude vyrovnání úniku. Střídavý vliv projížděné krajiny přináší značné kolísání síly pole, takže na vyrovnání úniku musí být kladen zvláštní důraz. Samozřejmě záležitostí je lehká a jednoduchá obsluha. Zde by byla nejlepší tlačítka. Bohužel není u nás dosud na trhu vhodný tlačítkový agregát. Konečně též velmi důležitou okolností je snadná výměna vibračního měniče. I když totiž jeho životnost v posledních letech značně vzrostla, přesto zůstává dosud nejslabším článkem v celém přístroji. Právě při dlouhých služebních cestách, kdy často není možné provést

„technickou zastávku“, bude velmi milé, dá-li se výměna vibrátoru provést jako třeba výměna pojistky. A opravdu nakonec to nejdůležitější. Přístroj musí být vysoce citlivý, neboť musí zaručovat poslech na velmi krátkou antenu, velmi často i nevhodně instalovanou.

Tolik úvodem. A nyní přejdeme již k opravdové radiotechnice. Nejdříve si trochu zopakujeme běžné zapojení a pak přidáme speciální požadavky, vzniklé z použití jako autopřijímač.

Požadavek vysoké citlivosti a selektivity, jakož i účinné vyrovnaní úniku může splnit pouze superhet. Budeme se proto zajímat pouze o tento typ a zopakujeme si zde celou jeho problematiku.

Princip a způsob činnosti

Jak ukazuje blokové schema na obr. 2, sestává superhet z několika základních částí. Antenou dodané modulované vysokofrekvenční napětí přichází nejdříve na vstupní zesilovač, kterým je zesilováno. Tento vstupní zesilovač může však také chybět; bývá to obvyklé u jednodušších a levnějších přístrojů. Vstupní zesilovač má za úkol nejen zesilovat, nýbrž provést výběr určitého zvoleného kmitočtu. Znamená to tedy, že se musí jednat o laditelný resonanční zesilovač.

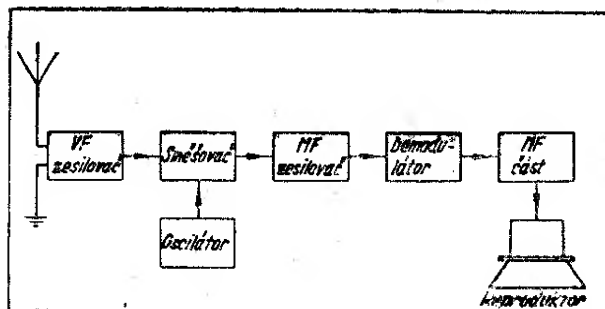
Vstupním zesilovačem vybraný a zesílený kmitočet přichází nyní podle obr. 2 na směšovací stupeň, velmi důležitou část každého superhetového zapojení. Jak nám již název napovídá, jsou v tomto stupni zcela určitým způsobem zpracovávána dvě vysokofrekvenční napětí. Prvé napětí odpovídá anténnímu (eventuálně vstupním zesilovačem zesílenému) napětí, též nazývanému napětím vstupním, druhé napětí je pak dodáváno z vlastního zdroje — oscilátoru. Oscilátor není nic jiného než pomocný vysílač, dodávající vf napětí určitého kmitočtu. Jestliže vstupní a oscilátorové napětí přivedeme v určitém poměru na směšovací stupeň (oscilační napětí je vždy značně větší než napětí vstupní), pak na základě pochodů, vznikajících ve směšovací elektronice, objeví se nové kmitočty, které jsou s původními kmitočty ve zcela určitém poměru.

O těchto si však povíme později. Zatím vezmeme na vědomí, že z těchto nových kmitočtů se jeden těší zvláštní pozornosti a je dále zpracováván. Odpovídá rozdílu oscilátorového a vstupního kmitočtu a nazývá se mezifrekvence. Stejná mezifrekvence vznikne však také, jestliže oscilátorový kmitočet je o hodnotu mezifrekvence nižší než kmitočet vstupní.

Malý příklad učiní tyto poměry jasnějšími: Jestliže vstupní zesilovač je nalaďen na kmitočet 900 kHz a toto napětí přichází na směšovací stupeň a přivádíme-li současně oscilační kmitočet 1 000 kHz, pak mezifrekvence je 1 000 — 900 = 100 kHz. Provedeme-li takovýto příklad ještě pro jiné hodnoty, poznáme velmi důležitou skutečnost. Chceme-li na př. přijímat vysílač o kmitočtu 1 400 kHz, pak potřebujeme pouze nastavit kmitočet našeho oscilátoru na 1 500 kHz, abychom obdrželi stejnou mezifrekvenci 100 kHz, neboť 1 500 minus 1 400 = 100. Zcela obecně můžeme vyjádřit vztah

oscilační kmitočet — vstupní kmitočet = mezifrekvence = konstanta.

Tato rovnice platí pro každý vysílač, který chceme přijímat. Abychom tedy vždy obdrželi stejnou mezifrekvenci, musí být oscilátor nastaven právě tak, aby byl splněn jednoduchý vztah. Pak dávají všechny vysílače, lhostejno jakého kmitočtu, vždy stejnou, pevnou mezifrekvenci. Tato skutečnost má základní význam pro princip superhetu. Velmi důležité je nyní, aby ve vstupním napětí obsažená modulace, která představuje vlastní obsah zpráv přijímaného vysílače, byla neskresleně přenesena na mezifrekvenční napětí. Modulaci žádaného vysílače opatřené mezi-



Obr. 2. Blokové schema superhetu

frekvenční napětí může potom být zesilováno v mezifrekvenčním zesilovači na takovou hodnotu, která může být vhodným demodulátorem správně zpracována. Mezifrekvenční napětí je potom demodulováno a vznikající napětí tónového kmitočtu po zesílení budí koncovou elektronku, která napájí reproduktor.

V několika málo řádcích bylo zde popsáno základní zapojení každého superhetu; jednotlivé přístroje, zvláště tovární výroby, vykazují mnoho zvláštních zapojení i přídavných zařízení, takže se někdy zdá, jako by toto základní zapojení více nebo méně mizelo. O to více však musí začátečník ovládat základní zapojení, aby porozuměl skutečné funkci každého přístroje a mohl s úspěchem provádět měření a opravy.

Přednosti superhetového zapojení se ukáží nejlépe, jestliže je porovnáme se slabinami přijímače s přímým zesílením. Vysokofrekvenční díl těchto přístrojů sestává z plynule laditelných vysokofrekvenčních okruhů s příslušnými elektronkami. Tyto okruhy musí být naladěny na kmitočet přijímaného vysílače. Již tato skutečnost je nepříjemná, neboť dnes výhradně používaná jednoknoflková obsluha vyžaduje velmi přesný souběh, který se bude uskutečňovat tím hůře, čím bude více okruhů. Určitá nejnižší hodnota citlivosti a selektivity vyžaduje také určitý počet laděných vysokofrekvenčních stupňů. U superhetu stačí na vstupu poměrně jednoduchý, nejvýše jednostupňový laděný vstupní zesilovač a do souběhu uvádíme pak pouze oscilátor se vstupním okruhem. Těžiště zesílení totiž leží v mezifrekvenčním dílu, který musí být laděn pouze jedenkrát, a to při nastavování přijímače. Tím také odpadnou všechny těžkosti se souběhem.

Také stabilizace laděného rezonančního zesilovače není zcela jednoduchá. Již při dvou stupních musíme bojovat s nebezpečím rozkmitání. Má-li být výkon přímoladěného přijímače srovnatelný s výkonem superhetu, musí být vysokofrekvenční zesílení značné, což značí větší počet zesilovacích stupňů. Důležité je, že celé zesílení se musí dít na jed-

nom kmitočtu; u superhetu je však možné rozdělení ve dva kmitočtové kanály, a to na poměrně slabé vstupní zesílení na přijímaných kmitočtech a na mezifrekvenční zesílení. Toto zesílení na dvou různých kmitočtech přispívá mnoho k zabránění a k účinnému potlačení rozkmitávání. Nesmí být také přehlíženo, že náklady na superhet jsou proti přijímači s přímým zesílením stejného výkonu značně menší, neboť pevně nastavené mezifrekvenční okruhy se zhotovují levněji a jednodušeji než na dobrý souběh vyrovnané, laděné vysokofrekvenční okruhy přijímače s přímým zesílením. Kromě dosud uvedených předností řeší superhet též daleko lépe než přijímač s přímým zesílením problém selektivity. K tomu je nutno podat několik vysvětlení. Od dobrého přijímače je žádáno, aby v celém rozsahu přenášených kmitočtů měl konstantní selektivitu. Přijímač s přímým zesílením nemůže zásadně tomuto požadavku vyhovět. Šířka pásma kmitového okruhu závisí totiž pouze na dvou činitelích, a to na rezonančním odporu (ve kterém jsou obsaženy všechny ztráty) a na poměru indukčnosti okruhu ke kapacitě okruhu (tak zv. L/C – poměr). Čím menší jsou obě tyto hodnoty, tím větší je šířka pásma. Neuvažujeme-li zatím rezonanční odpor, pak šířka pásma se zvyšujícím se rezonančním kmitočtem vzrůstá, neboť vyšší rezonanční kmitočet znamená při stejné veliké indukčnosti menší kapacitu okruhu. K tomu ještě nezůstává rezonanční odpor stále stejně velký, neboť s přibývajícím kmitočtem roste útlum a tím klesá rezonanční odpor. V důsledku toho musí absolutní šířka pásma s kmitočtem narůst ještě více než by způsobilo pouhé zmenšení kapacity okruhu. Z toho vyplývá, že u přijímače s přímým zesílením, jehož obvody musí být plynule laditelné, nemůžeme mít nikdy ani přibližně konstantní šířku pásma a tím i selektivitu. Selektivita je s přibývajícím kmitočtem zásadně horší a tento nepříjemný jev se nedá ani různými pomocnými prostředky účinně potlačit.

Superhet se chová v tomto ohledu zcela jinak. Jeho křivka selektivity je

určena výhradně mezifrekvenčním dílem, který pracuje jen na jediném kmitočtu. Kapacity a rezonanční odpor mezifrekvenčních okruhů (pásmových filtrů) jsou neproměnné, takže můžeme počítat s absolutně konstantní šířkou pásma v celém vlnovém rozsahu. Selektivita je tedy nezávislá na kmitočtu přijímaného vysílače.

Tato přednost je tak důležitá, že superhet zaujal nejpřednější místo. Jestliže mezifrekvence je nižší než přijímaný kmitočet, pak šířka pásma je zásadně menší než u přijímače s přímým zesílením s okruhy stejné jakosti, neboť tato klesá s rezonančním kmitočtem. Konečně superhet, je-li mezifrekvence dostatečně nízká, dává proti přijímači s přímým zesílením mnohem větší zesílení při stejném počtu stupňů před demodulátorem. Resonanční odpory obvodů jsou totiž tak velké, že součin ze strmosti elektronky a vnějšího odporu, který udává zesílení, dosahuje hodnoty, které se u přijímače s přímým zesílením nedá dosáhnout.

Vysoká selektivita a dobrá jakost reprodukce jsou dva částečně si odporující požadavky. Nejlepšího kompromisu dosáhneme s pásmovými filtry s pokud možno nejstrmějšími boky a s horizontální rovnou propouštěcí křivkou. V přijímači s přímým zesílením nedají se takové filtry vůbec stavět, neboť na kmitočtu silně závislé vlastnosti kmitavých okruhů vedou nezbytně ke změně tvaru propouštěcí křivky, v průběhu přijímaného rozsahu. Při neproměnném mezifrekvenčním kmitočtu můžeme použít všech prostředků k dosažení dobré propouštěcí křivky aniž bychom museli počítat s nějakou změnou při naladění na jiný vysílač. Také to je přednost, kterou nám může nabídnout pouze superhet. Později si ukážeme, že pro mezifrekvenční zesilovače se vytvořila vlastní filtrová technika, která má na tomto příznivém stavu značnou zásluhu.

Zvláštnosti superhetového přijímače

Přirozeně ani princip přijímače s tak velikými přednostmi není bez nějaké nevýhody; při konstrukci výkonových

superhetů se vyskytují jisté těžkosti, které jsou však dnes prakticky beze zbytku ovládnuty.

Prvou nevýhodou u některého superhetového zapojení je výskyt zrcadlových kmitočtů. Bylo již řečeno, že mezifrekvence odpovídá rozdílu oscilátorového a vstupního kmitočtu: Je-li mezifrekvence 100 kHz a vstupní kmitočet 1 000 kHz, pak je potřebný oscilátorový kmitočet $1\,000 + 100 = 1\,100$ kHz. Jestliže kmitavý okruh na vstupu přístroje není dostatečně selektivní, bude propouštět též signál vysílače o kmitočtu 1 200 kHz, dodaný antenou. Tento kmitočet tvoří však s oscilátorovým kmitočtem 1 100 kHz také mezifrekvenci 100 kHz, neboť $1\,200 - 1\,100 = 100$. Z toho plyne, že přístroj bude současně reprodukovat oba vysílače, a to je přirozeně nežádoucí. Tento rušící kmitočet, který při stejném naladění oscilátoru dává stejnou mezifrekvenci, jmenujeme zrcadlový kmitočet, neboť díváme-li se od oscilátoru, je zrcadlový k žádanému vstupnímu kmitočtu. Jak vidíme, má zrcadlový kmitočet od žádaného přijímaného kmitočtu odstup, který odpovídá dvojnásobku mezifrekvence, v našem případě tedy 200 kHz. Podobný jev vyskytuje se ve formě tak zv. dvojitého ladění, které spočívá v tom, že můžeme tutéž stanici na stupnici dvakrát nastavit. Jeden ladící bod je správný, to značí, že se zde tvoří mezifrekvence z rozdílu mezi oscilátorovým a vstupním kmitočtem. Druhý ladící bod naproti tomu vznikne tím, že nyní oscilátorový kmitočet leží o hodnotu mezifrekvence níže, než vstupní kmitočet. Také zde vznikne přirozeně správná mezifrekvence. Toto dvojité ladění je právě tak neúnosné jako výskyt zrcadlových kmitočtů.

Proti těmto jevům je nejlepší pomocí vhodně zvolená hodnota mezifrekvenčního kmitočtu. V uváděném případě jsme měli mezifrekvenci 100 kHz, která sice v ohledu na zesílení a selektivitu je velmi příznivá, s ohledem na zrcadlové kmitočty však nepříznivá. Odstup mezi přijímaným a zrcadlovým kmitočtem je totiž pouze 200 kHz. Kmitočty leží tedy tak blízko u sebe, že bychom byli schop-

ni pouze s velmi nákladnými vstupními okruhy zrcadlový kmitočet tak dalece potlačit, aby se nedostal na mřížku směšovací elektronky. Mimo to ve středovlnném rozsahu spadají tyto zrcadlové kmitočty do oblasti, kde se vyskytuje mnoho rozhlasových vysilačů značného výkonu.

Jelikož středovlnný rozsah leží od $500 \div 1\,600$ kHz, padají zrcadlové kmitočty mezi $500 + 200 = 700$ a $1\,600 + 200 = 1\,800$ kHz, a nebezpečí pro-
rážení silnější stanice na zrcadlovém kmitočtu je velké. Neodpovídá-li kmitočet rušícího vysilače přesně zrcadlovému kmitočtu, nýbrž liší se od něho o hodnotu ležící v tónovém rozsahu na př. o 5 kHz, pak obě vznikající mezifrekvence 100 a 105 kHz (nebo 95 kHz) dávají záznej, který se v reproduktoru jeví jako rušivý hvizd 5 kHz. Tento jev je právě tak nepříznivě rušivý, jako dvojí příjem čistě zrcadlových kmitočtů.

Při vyšší mezifrekvenci je nebezpečí zrcadlového kmitočtu znatelně menší. Počítejme nyní se 400 kHz; pak odstup mezi přijímaným kmitočtem a zrcadlovým kmitočtem $2 \times 400 \text{ kHz} = 800 \text{ kHz}$ je již dostatečně velký, aby se zrcadlový kmitočet dal poměrně jednoduchými vstupními obvody potlačit. Dále padnou zrcadlové kmitočty do méně nebezpečných pásem, neboť leží ve středovlnném rozsahu mezi $500 + 800 = 1\,300$ a $1\,600 + 800 = 2\,400$ kHz, a padají tedy pouze úzkým rozsahem od 1300 až 1600 kHz do středovlnného pásma. Dnes používané mezifrekvenční kmitočty leží mezi 450 ÷ 480 kHz. Na těchto kmitočtech nepracují žádné silné vysilače, což je rovněž důležité; kdyby totiž na mezifrekvenčním kmitočtu pracoval silný vysilač, byl by tento slyšitelný i při velmi dobrých vstupních obvodech, neboť vzhledem k vysokému mezifrekvenčnímu zesílení stačí napětí několika mikrovoltů na mřížce směšovací elektronky, aby na demodulátoru byla dostatečně velká amplituda. Malé odchylky od mezifrekvenčního kmitočtu vedly by opět k vytvoření již uvedených hvizdů, které by však byly slyšitelné při příjmu kteréhokoliv vysilače.

Pouze volbou vhodné mezifrekvence

nedají se však všechny zrcadlové příjmy a tím vznikající hvizdová rušení zcela odstranit, neboť při velkých silách pole moderních vysilačů mohou vždy nastat některé rušivé jevy. Zde si pak pomáháme zapojováním mezifrekvenčních od-
laďovačů a jiných podobných filtrů.

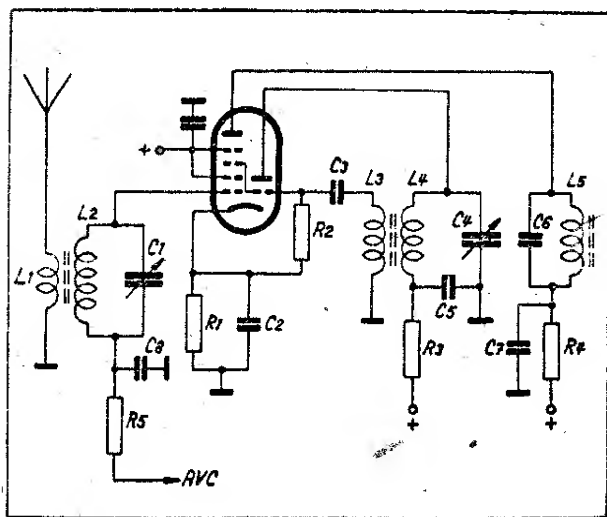
Vedle již vysvětlených možností dvojího příjmu je ještě mnoho jiných důvodů k vytvoření rušivých hvizdů; naštěstí jsou rušivé amplitudy tak malé, že nepadají příliš na váhu, nebo mohou být jednoduchými prostředky potlačeny. Sem patří na př. rušení vznikající tím, že během směšovacího pochodu se netvoří pouze rozdílové kmitočty, nýbrž také vyšší harmonické, které ve spojení s vhodným přijímaným kmitočtem mohou vytvořit přibližně správnou mezifrekvenci. Věc se dále komplikuje tím, že oscilátor nekmitá jen na základní vlně, nýbrž vyrábí též vyšší harmonické, které s vyššími harmonickými, vznikajícími v směšovací elektronce a se vstupními kmitočty, případně zrcadlovými kmitočty, poskytují další hvizdy. Konečně je nutno přihlížet i k harmonickým silných vysilačů, čímž se situace ještě více komplikuje. Různými technickými a konstrukčními zásahy mohou být ve většině případů i tato rušení uspokojivě odstraněna.

Směšování a souběh

Jak již bylo řečeno, tvoří se při směšování ze vstupního a oscilátorového kmitočtu nový kmitočet mezifrekvenční, který obsahuje tutéž nízkofrekvenční modulaci jako vstupní kmitočet. Rozeznáváme zásadně směšování additivní a multiplikativní. Additivní je nejstarší a bylo používáno u prvních superheterodyních zapojení v rozhlasových přijímačích pro střední a dlouhé vlny. Právě na těchto vlnových rozsazích má však některé nevýhody, takže počátkem třicátých let se přešlo na nový princip, směšování multiplikativní. Seznámíme se s popisem multiplikativního směšování, které dnes určuje zapojení přijímače pro amplitudovou modulaci. Přes to, že se multiplikativní směšování dá provést třeba s jednoduchou pentodou,

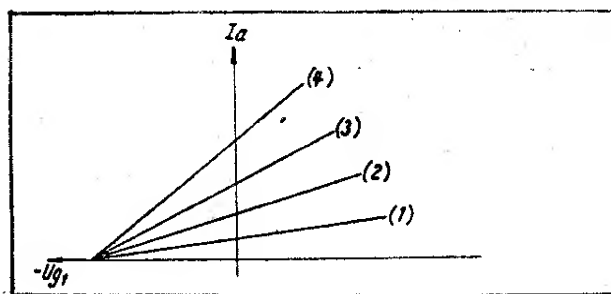
obrátkíme se hned k dnešnímu standardnímu zapojení s tak zv. triodou-hexodou. Hexodový systém této elektronky (na př. ECH21) slouží k směřování, triodový systém k výrobě oscilačních kmitů (viz obr. 3). Z antenní cívky L1 indukuje se do vstupního obvodu L2 C1 vstupní napětí, které se přivádí na první mřížku hexodového systému. Druhá a čtvrtá mřížka tohoto systému má kladné napětí; obě jsou pro střídavý proud uzemněny přes kondensátor, takže se na směšovací pochodu nijak nepodílejí. Na třetí mřížku se přivádí oscilátorové napětí. K tomuto účelu je spojena s mřížkou triodového systému. Tento systém tvoří s okruhem L4, C4, C5 a zpětnovazební cívkou L3 malý vysilač a rezonanční kmitočet obvodu je tak zvolen, aby vznikl správný oscilátorový kmitočet. Předpětí pro první mřížku hexodového systému se tvoří na katodovém odporu R1.

Jak se nyní směšovací pochod odehrává? Základem je, že strmost pro vstupní kmitočet, určená pracovním bodem, mění se v rytmu oscilátorového kmitočtu. Pak jeden kmitočet je druhým modulován a jako u každé modulace, objeví se postranní pásma. Jedno z nich odpovídá rozdílu oscilátorového a vstupního kmitočtu a představuje potřebnou mezifrekvenci. Na obr. 3 se jedná o strmost I_a/U_{g1} charakteristiky, neboť



Obr. 3. Základní zapojení multiplikativního směšování s triodou-hexodou

vstupní napětí je přiváděno na první mřížku. Strmost této charakteristiky je nyní ovlivňována oscilátorovým napětím, přiváděným na třetí mřížku. Při pozitivní oscilátorové amplitudě může totiž více elektronů z katody dosáhnout anodu a strmost je velká; při negativní oscilatorní amplitudě jde větší díl elektronů k první stínící mřížce a strmost je značně menší. Na obr. 4 jsou tyto změny strmosti znázorněny graficky. Ke každé charakteristice patří určitá hodnota napětí na třetí mřížce. Změna směšovací strmosti se takto děje naprosto plynule. V anodovém okruhu hexodového systému obdržíme střídavý proud, který mezi jiným obsahuje součet a rozdíl vstupního a oscilátorového kmitočtu. Jelikož nám záleží pouze na rozdílovém kmitočtu, je okruh L5, C6 na tento kmitočet naladěn. Tvoří tak první mezifrekvenční okruh. Směšovací pochod se dá též vyjádřit číselně. K tomu patří na příklad směšovací strmost a směšovací zesílení. Směšovací strmost odpovídá poměru mezifrekvenčního proudu (na anodě hexody) a vstupního napětí (bezprostředně na g_1); měří se stejně jako normální strmost v mA/V, není ale žádnou konstantou elektronky, nýbrž značně závisí na datech zapojení. Směšovací zesílení se počítá jako zesílení pentodového stupně, je tedy součinem vnějšího odporu v anodovém obvodu (rezonanční odpor prvního mf okruhu) a strmosti, při čemž se jedná o strmost směšovací. Samozřejmě je žádáno velké směšovací zesílení a velká směšovací strmost. Směšovací strmost je tím vyšší, čím vyšší je strmost první mřížky elektronky a čím silněji se dá tato strmost oscilátorově



Obr. 4. Změny strmosti při buzení oscilačním napětím u hexody

vým napětím měnit. Nejnižší hodnota oscilátorového napětí nesmí být nikdy překročena. Uváděná trioda-hexoda se v praxi dokonale zavedla jako směšovací elektronka pro amplitudovou modulaci. Dává slušné směšovací zesílení, které se kromě toho dá v širokých mezích řídit, jestliže hexodu zapojíme jako řízenou elektronku. Při tom je důležité, aby řídicím pochodem se nezměnil kmitočet oscilátoru, aby se zabránilo rozladování přijímače. U triody-hexody jsou tyto poměry velmi příznivé a rozladování zůstává v únosných mezích i na krátkých vlnách. Tak zv. oktoda, která rovněž pracuje na principu multiplikativního směšování, vykazuje v tomto ohledu daleko horší vlastnosti. Nemá proto dnes již prakticky žádného významu. Další velmi důležitá přednost triody-hexody je v dokonalém elektrickém oddělení jednotlivých okruhů, což značí, že není nebezpečí vyzařování oscilátorového kmitočtu do anteny, což má velký význam pro okolní přijímače.

Problém souběhu

V předchozí stati bylo uvedeno, že rozdíl mezi oscilátorovým a vstupním kmitočtem musí být nezávislý při nastavení jakéhokoli vysilače. Oddělené nastavování otočných kondensátorů pro vstup a pro oscilátor je dnes všeobecně nahrazeno jednoknoflíkovou obsluhou. Avšak na druhé straně nelze jen tak beze všeho použít dvou stejných, jednou osou obsluhovaných otočných kondensátorů, jak vychází z následujícího jednoduchého výpočtu.

Předpokládejme, že máme kmitočtový rozsah přijímače od $500 \div 1\,500$ kHz při mezifrekvenci 470 kHz. Kmitočtový poměr je tedy 1 : 3, takže pro vstupní obvod je třeba změny kapacity 1 : 9. Pro každý nastavený kmitočet vysilače musí podle našich předpokladů být oscilátorový kmitočet o hodnotu mezifrekvence vyšší než vstupní kmitočet, to znamená, že se musí dát nastavit mezi $500 + 470 = 970$ kHz a $1\,500 + 470 = 1\,970$ kHz. To odpovídá kmitočtovému poměru přibližně 1 : 2, což vyžaduje změnu kapacity 1 : 4. Resonanční kmitočet oscilátoru musí se tedy

při ladění měnit pomaleji než kmitočet vstupního obvodu, a to tím pomaleji, čím větší je poměr mezifrekvenčního kmitočtu ke kmitočtu vstupnímu. Z toho vyplývá, že souběh mezi oběma obvody musí být získán zvláštními pomocnými prostředky.

První možnost spočívá v použití dvojitěho otočného kondensátoru, u kterého se plechy jednotlivých kondensátorů navzájem tak odlišují, že při ladění rozdíl mezi oscilátorovým a vstupním kmitočtem zůstává konstantní. Zhotovení takového kondensátorů nenaráží na zvláštní těžkosti; je jasné, že budou dražší než normální dvojité kondensátory. Ukazuje se však velká nevýhoda, že při změně vlnového rozsahu musí být použito jiné mezifrekvence. Proto tento způsob nemá prakticky významu.

U druhého způsobu používá se dvojitých kondensátorů se stejnými kmitočtově lineárními deskami a oba rotory se proti sobě tak natočí, že oscilátorový kmitočet je právě o hodnotu mezifrekvence nižší než vstupní kmitočet. Pak určuje ale rozsah oscilátoru přijímané pásmo, což není právě žádoucí; mohly by se na př. na jednom rozsahu přijímat pouze kmitočty od $500 \div 1\,000$ kHz, což by znamenalo zvýšení počtu vlnových rozsahů. A kromě toho i zde by bylo nutné přepínání mezifrekvence.

Třetí způsob – dnes všeobecně používaný – spočívá v elektrické korektuře oscilátoru prostřednictvím tak zv. zkracovacího neboli paddingového kondensátoru, který je zapojen v serii s otočným kondensátorem nebo cívkou oscilátoru (C5 v obr. 3).

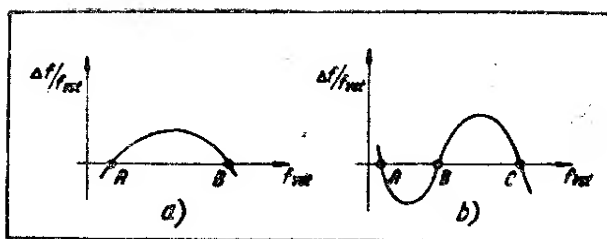
Počáteční kapacita v serii zapojených kondensátorů (při vytočeném ladicím kondensátoru) má prakticky tutéž hodnotu, jako je počáteční kapacita samotného otočného kondensátoru, neboť C5 je poměrně velká proti C4. Při zcela zavřeném kondensátoru naproti tomu je výsledná kapacita seriového zapojení daleko menší než samotného otočného kondensátoru, takže výsledkem je žádaná menší změna kapacity, která se dá vhodnou volbou C5 libovolně nastavit. Bohužel ani zapojení C5 nedává ještě

úplný souběh, což vyplývá z různých průběhů kapacit. Věc se tedy přizpůsobovala tak, že se nastavil přesný souběh pouze na začátku a konci rozsahu, což se stalo indukčností oscilátoru na dlouhovlnném konci a kapacitou C5 na krátkovlnném konci rozsahu. Tím jsme obdrželi křivku souběhu podle obr. 5a. Tato se dá poněkud zlepšit tím, že body přesného souběhu nezvolíme na začátku a konci rozsahu, nýbrž tak, aby maximální odchylky byly po celém rozsahu přibližně stejné.

Tento tak zvaný dvoubodový souběh je nyní překonán souběhem tříbodovým podle obr. 5b. Počáteční kapacity okruhu tvoří totiž třetí možnost doladění, takže se dají nastavit tři body s absolutním souběhem. Bod A získáme správným nastavením indukčnosti, bod B je určen vhodnou volbou C5 a bod C obdržíme přesným nastavením počáteční kapacity pomocí trimrů. Je jasné, že maximální chyby jsou při tříbodovém souběhu podstatně menší než při souběhu dvoubodovém. Nezbytné odchylky vstupního obvodu od oscilátoru obvykle neruší; nechají se však různými úpravami značně zmenšit.

Mezifrekvenční zesilovač

Již dříve bylo poukázáno na to, že mezifrekvenční zesilovač je rozhodující pro citlivost a selektivitu superhetu. Základní zapojení je na obr. 6. Je použito dvou elektronek, při čemž přicházejí v úvahu jediné pentody. Triody vzhle-



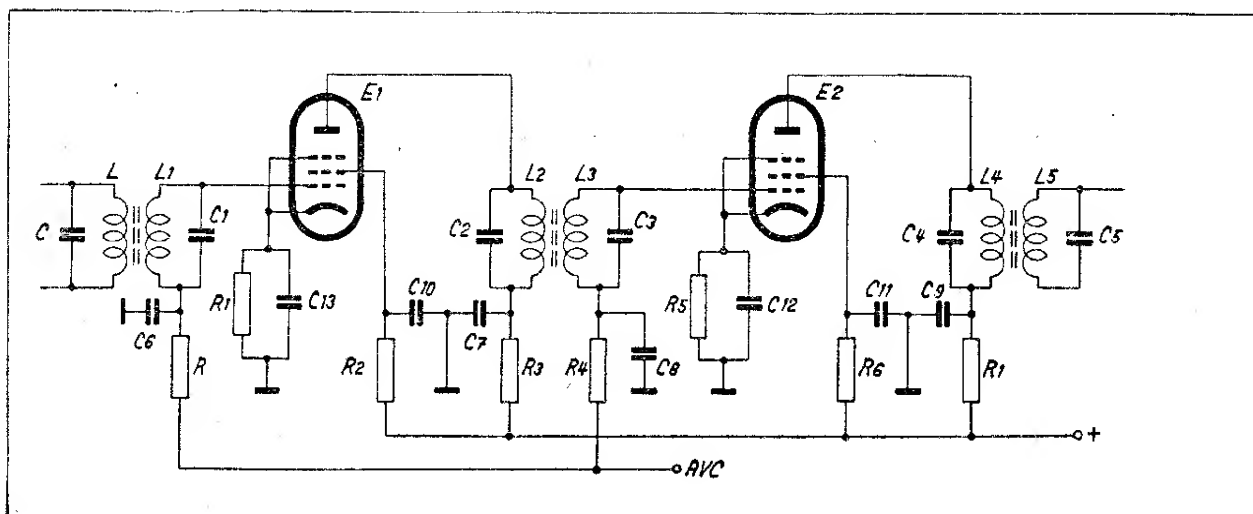
Obr. 5a. Dvoubodový souběh superhetu

Obr. 5b. Tříbodový souběh superhetu

dem k náchylnosti k nakmitávání v důsledku jejich velké kapacity anodamřížka nejsou vhodné, ačkoli v začátcích se používal i tento typ elektronek; musely však být prováděny různé neutralizační zásahy, které se při pentodách staly zbytečnými.

Charakteristické pro moderní mf zesilovač je použití pásmových filtrů v nejrozličnějších provedeních, od dvouobvodového až k čtyřnásobnému. Od dobrého rozhlasového přijímače se žádá, aby byl nejen velmi selektivní, ale aby propouštěl dostatečně široké pásmo v okolí nosné vlny, t. j. aby reprodukce zůstala věrná. Oba požadavky si částečně odporují a s obvyčnými laděnými obvody se nedají splnit. Propouštěcí křivka pásmového filtru se naproti tomu blíží ideálnímu pravoúhlému tvaru a proto se v mezifrekvenční části zcela prosadily.

Již dvouobvodové filtry umožňují splnit nároky, které jsou dnes s ohledem na obsazení středovlnného rozsahu kladeny. Kmitočtový průběh je všeobecně

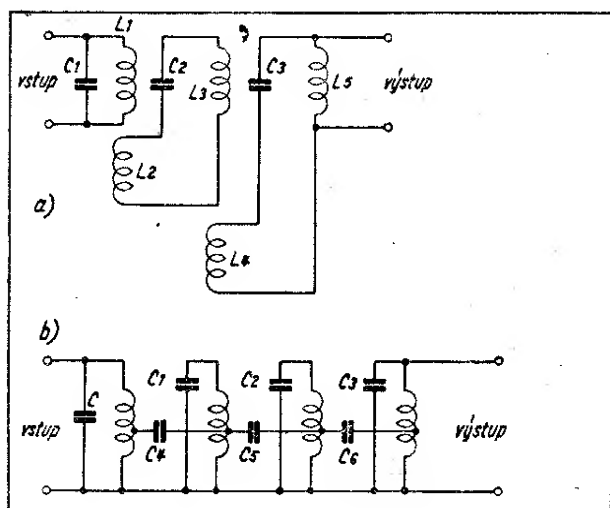


Obr. 6. Základní zapojení mezifrekvenčního zesilovače

tím lepší, čím více kmitavých obvodů (pásmových filtrů) zesilovač obsahuje. Se šesti okruhy, tedy třemi dvouobvodovými pásmovými filtry dá se již dosáhnout mnoho. Dnes se již vžil posuzovat selektivitu přijímače podle počtu těchto obvodů.

Jak ukazuje obr. 6, tvoří pásmové filtry vazební členy mezi dvěma elektronkami. První filtr sestává z obvodů L , C a L_1 , C_1 . Jeho sekundární okruh budí mřížku první mezifrekvenční elektronky, v jejímž anodovém okruhu je primární obvod druhého filtru. Sekundární obvod budí mřížku druhé mf elektronky, jejíž vnější odpor je tvořen třetím filtrem C_4 , L_4/C_5 , L_5 . Mřížkové předpětí pro elektronky se tvoří pomocí katodových odporů.

Velmi důležitá je přítomnost různých filtračních členů v přívodech ke štínicím mřížkám a anodám, které se starají o zamezení vysokofrekvenčních vazeb mezi jednotlivými stupni. Kdyby tyto členy chyběly, museli bychom při více stupních počítat v lehčích případech s deformací propouštěcí křivky, v těžších případech pak s rozkmitáním zesilovače. Z těchto důvodů musí být mechanické sestavení a zapojení velmi pečlivě provedeno, aby nevznikly škodlivé indukční a kapacitní vazby. Především musí být cívky dobře odstíněny.



Obr. 7a. Základní zapojení tříokruhového filtru

Obr. 7b. Základní zapojení čtyřokruhového filtru

Kromě toho je nutno již při běžné mezifrekvenci kolem 450 kHz brát ohled na správnou volbu zemnicích bodů, aby byly pokud možno potlačeny vazby proudy v kostře. Konečně se zde uplatňuje i vliv kapacity anoda-mřížka, která je sice u moderních pentod nepatrná, ale při použití vyšší mezifrekvence není již zanedbatelná. Proto bylo v poslední době vyvinuto mnoho různých zapojení, která odpovídají většině požadavků.

Každý moderní mezifrekvenční zesilovač musí být ve svém zesílení říditelný a toto se může dít buď ručně nebo automaticky. K tomuto účelu jsou používány známé regulační elektronky, jejichž strmost závisí na mřížkovém předpětí. Při tom velmi záleží na tvaru charakteristiky, neboť každé řízení je spojeno s menším či větším skreslením. Elektronky proto mají takové charakteristiky, aby skreslení zůstalo co nejmenší. Také různá zapojení, na př. klouzající napětí stínící mřížky, snižují toto skreslení. Poslední mf elektronka, za kterou následuje demodulátor, se již obvykle neřídí, jelikož mezifrekvenční napětí je tam již tak velké, že není možné řízení bez znatelného skreslení.

Získání vysoké selektivity

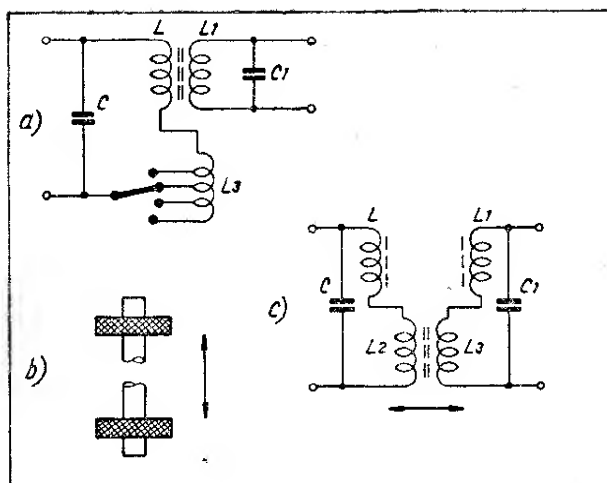
Jak již bylo zmíněno, stoupá selektivita s počtem obvodů nacházejících se v přístroji. Nemůžeme ovšem ke každému okruhu připojit elektronku, neboť by se tím neúnosně zvyšovala cena. Proto se snažíme vazební člen mezi dvěma mf elektronkami vybavit pokud možno více okruhy. První krok tvoří dvouobvodový pásmový filtr, za nímž následuje filtr tří a čtyřokruhový. Obr. 7a ukazuje základní zapojení tříobvodového filtru. Vazbu mezi dvěma jednotlivými okruhy tvoří vazební cívky L_2 a L_4 , které tvoří část indukčnosti druhého a třetího obvodu. Útlum jednotlivých obvodů a činitelé vazby určují elektrické vlastnosti filtru. Musí se dbát na pokud možno strmé boky křivky a nejmenší sedlovitost propouštěného rozsahu. Vedle způsobu vazby, uvedeného na obrázku 7a, je ještě mnoho jiných způsobů vazeb, ze kterých se zmíníme pouze o kapacitní. Tak na př. je na obr. 7b naznačen kapacitně

vázaný čtyřnásobný filtr; vazba mezi jednotlivými obvody děje se kapacitami C4, C5 a C6. Poloha odbočky a velikost kondensátorů určují stupeň vazby a tím i elektrické vlastnosti filtru.

Řízení šíře pásma

Nynější nepříznivé poměry na pásmech, zvláště ve večerních a nočních hodinách, vyžadují tak vysokou selektivitu, že přednes vysokých tónů musí být omezen. Není to vina nedokonalosti přijímače, nýbrž vliv daných poměrů. Snažíme se tedy nalézt kompromisní řešení v řízení šíře pásma. Vychází se zde z myšlenky, že přes den je síla pole většiny vzdálenějších vysílačů tak malá, že se nemůže uplatnit při příjmu silnějšího i kmitočtově blízkého vysílače. Zde potom je širokopásmový přijímač nejen použitelný, nýbrž dokonce žádaný, neboť umožňuje využít celého tónového rozsahu. V nočních hodinách naproti tomu musí tento přijímač mít vysokou selektivitu. Je tedy pochopitelné, že se snažíme pomocí nějakého zařízení učinit šíři pásma ručně regulovatelnou, což se může dít buď stupňovitě, nebo plynule. Obě možnosti se v moderních superhetech vyskytují někdy i v kombinované formě. Pro řízení šíře pásma je mnoho různých konstrukčních a elektrických řešení, která však vycházejí ze stejného základního zapojení. Obr. 8a ukazuje stupňovité řízení šíře pásma pomocí indukčnosti. Obvody L, C a L1, C1 tvoří dvouobvodový pásmový filtr. Vazba se děje pomocnou cívku L3. Čím méně závitů je přepínačem zapojeno, o to menší je činitel vazby a tím menší šířka pásma filtru. Přirozeně tato metoda přináší dodatečné rozladění.

Na obr. 8b je naznačeno plynulé indukativní řízení šíře pásma. Obě cívky představují indukčnosti pásmového filtru a jsou vhodným způsobem více nebo méně od sebe vzdalovány. Takto získané plynulé změny činitele vazby ovlivňují odpovídajícím způsobem šíři pásma bez jakéhokoli rozladění za předpokladu bezvadné mechanické a elektrické stavby. Při změnách odstupu může společná osa obou cívek zůstat nezměněna; ale



Obr. 8a. Stupňovité řízení šíře pásma

Obr. 8b+c. Plynulé řízení šíře pásma

právě tak dobře mohou se cívky proti sobě vzájemně naklánět. Určité nesorvnalosti mohou se vyskytnout při změně odstupu mezi cívkami a vnitřními stranami stínícího krytu, neboť takto vzniklé změny indukčnosti mohou vést k rozladění. Aby tento jev byl snížen na nejmenší míru, použije se k řízení vazby mezi cívkami L2 a L3 (obr. 8c) jen část cívky. Potom je samozřejmě působení stínícího krytu daleko menší.

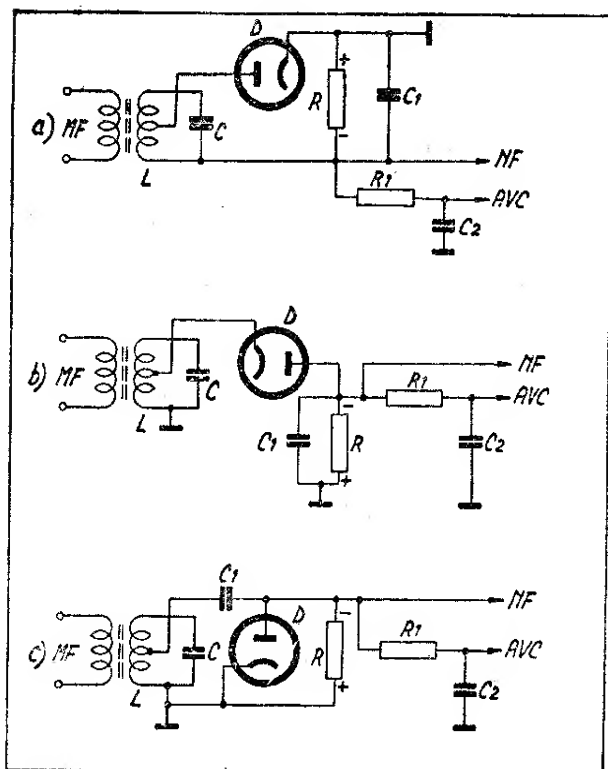
Vazba a šířka pásma mf filtrů se dá řídit též kapacitně. To je možno provést na př. změnou vazebního kondensátoru při napěťové kapacitní vazbě.

Demodulace a automatické vyrovnání citlivosti

Demodulace v rozhlasovém přijímači je vlastně oddělováním nízkofrekvenčních kmitů přenášených pořadů od vysokofrekvenční nebo mezifrekvenční nosné vlny.

V moderních přijímačích se již přestalo používat starších typů demodulátorů a pole zcela opanovala dioda, ať již vakuová či krystalová. Diodové demodulátory mají od určitého minimálního vstupního napětí naprosto lineární průběh, takže prakticky neskreslují a nedají se téměř přebudit. Vedle své vlastní úlohy plní demodulátor ještě jiné důležité funkce: dává potřebné proměnlivé stejnosměrné napětí, kterým se ovlivňuje zesílení mezifrekvenčních elektronek, případně i vstupního zesilovače. Tím

se vyrovnávají změny síly pole způsobené únikem, takže hlasitost zůstává přibližně na stejném stupni. Pro získání řídicího napětí existuje více druhů zapojení. V první řadě rozeznáváme dvě možnosti zapojení diody, a to seriové a paralelní. Obr. 9a ukazuje seriové zapojení. Meziřekvenční kmitočet z posledního mf obvodu L , C přichází na diodu, někdy též z odbočky. Pracovní odpor diody R je s diodou zapojen v serii. Paralelně k tomuto odporu je zapojen kondensátor C_1 a časová konstanta $R \cdot C_1$ musí být zvolena tak, aby nebyly ještě potlačovány vysoké tónové kmitočty. Jelikož nízkofrekvenční výstup je na spodním konci cívky, musí tento být dobře stíněn. V zapojení na obr. 9b to není nutné, neboť zde není připojena na odbočku cívky anoda, nýbrž katoda diody a dolní konec cívky i članku R , C_1 je spojen se zemí. Přepólování diody je nutné, abychom pro automatické vyrovnání citlivosti obdrželi záporné napětí proti zemi. Toto napětí se článkem R_1 , C_2 zbaví tónového kmitočtu a je přiváděno k řízeným elektronkám. Připojení diody znamená značné tu-

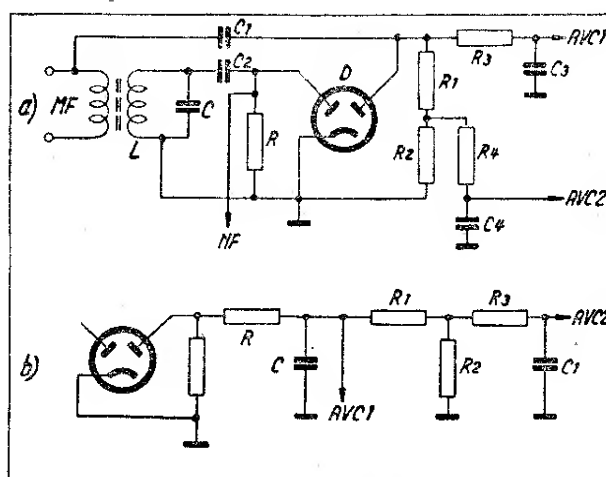


Obr. 9a + b. Seriové zapojení diody
Obr. 9c. Paralelní zapojení diody

mení pro kmitavý okruh, na kterém je zapojena, neboť dioda i její pracovní odpor spotřebují část přiváděné meziřekvenční energie.

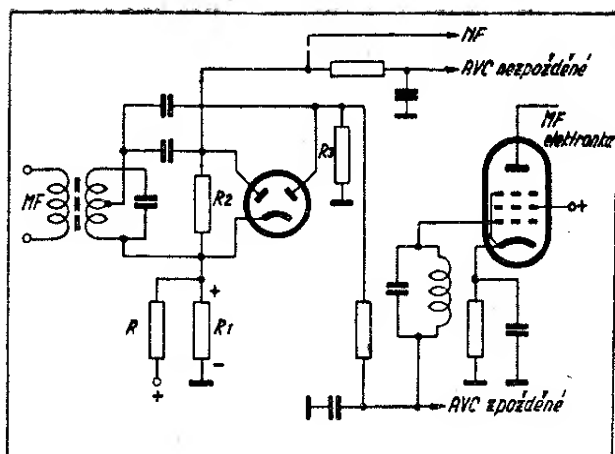
Paralelní zapojení diody ukazuje obr. 9c. Dioda D a pracovní odpor R jsou zde paralelně a meziřekvenční napětí je přiváděno z odbočky cívky L přes malou kapacitu C_1 . Také toto zapojení potřebuje paralelně k odporu R kondensátor, který je zde tvořen kondensátorem C_1 , neboť pro stejnosměrné napětí leží C_1 levým koncem na zemi. Zatím co při seriovém zapojení protéká diodovým obvodem proud pouze v jedné polovině vlny, teče při paralelním zapojení proud při obou polovinách vlny, a to buď přes diodu a pracovní odpor, nebo pouze přes pracovní odpor. Z toho vyplývá, že útlum tohoto zapojení musí být větší než u zapojení seriového. Abychom omezili pokud možno útlum působený diodou, připojujeme ji na odbočku mf cívky.

Jak již bylo řečeno, dá se též diody použít k demodulaci i k dodávání řídicího napětí. Bohužel vzniká při tom určité zatížení nízkofrekvenčního napětí, způsobené zapojením filtračního članku pro řídicí napětí. Tento nedostatek se odstraňuje použitím zvláštní diody pro získání řídicího napětí, které může být upraveno podle speciálních požadavků (obr. 10a). Levá dioda odpovídá normál-



Obr. 10a. Použití oddělených diod pro demodulaci a pro získání řídicího napětí (s děličem)

Obr. 10b. Jiný způsob dělení řídicího napětí

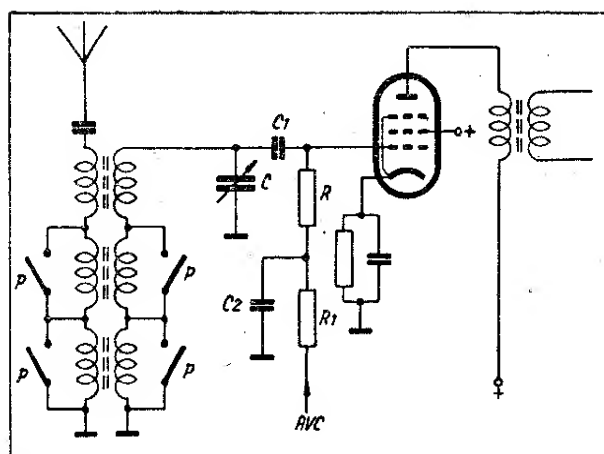


Obr. 11. Zapojení pro zpožděné vyrovnaní citlivosti

nímu diodovému demodulátoru. Pravá polovina slouží pouze k vyrovnání citlivosti a má ještě zapojen dělič, kterým můžeme jednotlivé stupně řídit s různou intenzitou. To má výhodu, že poslední mí elektronku můžeme řídit slaběji, čímž zamezíme vzniku případných skreslení. Kromě řízení mezifrekvenčních a vysokofrekvenčních elektronek řídíme někdy i předzesilovací elektronku nízkofrekvenční, čímž se značně zesílí účinek vyrovnání úniku, který působí, že reproduktor dostává přibližně stejný výkon při změnách antenního napětí až 1:5 000; řídíme-li jen vf a mf elektronky, jsou vyrovnávány pouze rozdíly asi 1:1 000.

Oddělená dioda pro řízení dovoluje také zavedení zpožděné regulace (obr. 11). Levá s rana elektronky slouží k demodulaci a její pracovní odpor leží přímo na katodě. Tím si zajišťujeme, že nevznikne skreslení. Pravá polovina je naproti tomu úbytkem napětí, vznikajícím na pomocném odporu R_1 , nastavena tak, že se stane vodivou až tehdy, je-li přicházející mf napětí vyšší než nastavené předpětí. Řídicí napětí vzniká tedy až při určité hodnotě síly pole a tím je tedy řízení zpožděno. Přirozeně zpoždění nemá smysl časový, nýbrž napěťový. Toto zapojení umožňuje příjem velmi slabých vysilačů, u kterých může být využito plného zesílení přijímače. Přivádění řídicího napětí k mřížkám řízených elektronek přes filtrační člen je naznačeno rovněž na obr. 11.

S každým řízením zesílení je spojeno



Obr. 12. Zapojení vstupního obvodu

nejen skreslení, které se dá různými zá-
kroky odstranit, nýbrž také rozladění
obvodů v mřížkách řízených elektronek.
Toto se projevuje zvláště při řízení smě-
šovací elektronky, a to nejnebezpečněji
na samotném oscilátoru. Ovšem při po-
užití triody-hexody jako směšovací elek-
tronky i toto nebezpečí odpadá.

Některé zapojovací a technické detaily vř předzesilovače

Již v úvodu bylo hovořeno o vstupním zesilovači, zapojovaném před směšovací elektronku. Najdeme jej většinou jen u přístrojů vyšší třídy a jeho úkolem je zlepšit selektivitu, zmenšit šum a zesílit vysokofrekvenční napětí, které dodává antena. Typické zapojení vstupního zesilovače je na obr. 12. Antenní napětí přichází přes ochranný kondensátor k antenním vazebním cívkám pro krátké, střední a dlouhé vlny, které jsou většinou zapojeny v serii a jsou vlnovým přepínačem zkratovány. Při příjmu krátkých vln jsou zkratovány dvě spodní cívky, takže pracuje pouze nejvyšší cívka. Při příjmu středních vln je přemostěna pouze nejspodnější cívka a při dlouhých vlnách pracují všechny cívky. Ladění mřížkového okruhu se děje otočným kondensátorem C, který je mechanicky spojen s ladicím kondensátorem mřížkového obvodu směšovacího stupně a s ladicím kondensátorem oscilátoru. Oba mřížkové obvody musí mít dokonalý souběh. Antenní cívky jsou vázány induktivně s mřížkovými cívkami a

o přepínání mřížkových cívek platí totéž, co bylo řečeno u cívek antenních.

Antenní vazbu rozeznáváme vysokoinduktivní a nízkoinduktivní. V prvním případě leží rezonanční kmitočet antenní cívky pod nejnižším přijímaným kmitočtem, v druhém případě nad nejvyšším přijímaným kmitočtem. Oba tyto způsoby se používají a mají určité přednosti i nevýhody. Také se používá kapacitní vazby s antenou; antenní cívky pak odpadají a navázání antenní energie se děje buď na živém konci velmi malým kondensátorkem (napěťová vazba), nebo spádem napětí získaného antenním proudem na relativně velkém kondensátoru (proudová vazba).

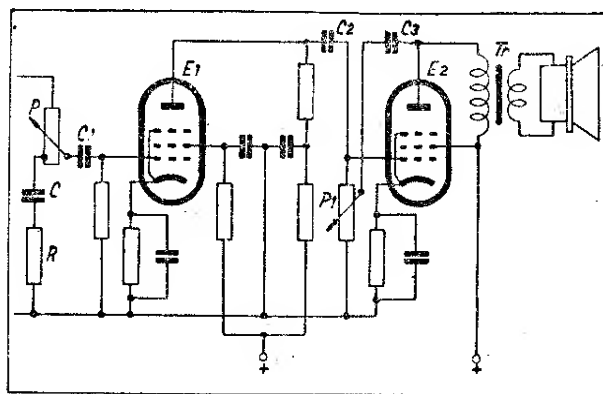
Jestliže je zesílení vstupní elektronky řízeno, což bývá ve většině případů, přivádí se řídicí napětí nejlépe přes zvláštní odpor R k řídicí mřížce. Mřížkový obvod je v tomto případě oddělen galvanicky od mřížky kondensátorem C_1 . Článek R_1 , C_2 slouží k filtraci a je tak navržen, aby byla zachována správná časová konstanta pro řízení. Velmi často se u vstupní elektronky užívá klouzajícího napětí stínící mřížky, takže stejnosměrné napětí je přiváděno pouze přes vhodný odpor. Z důvodů bezpečnosti proti rozkmitání a slušného zesílení musí být předzesilovací elektronkou vždy pentoda; nejlépe se uplatní elektronky s nízkým šumem.

Čím lepší je jakost vstupního obvodu, tím lepší je poměr k příjmu zrcadlových kmitočtů a tím i odolnost proti různým hvízdům. Právě toto je u superhetového přijímače důležitější než samotné vysokofrekvenční zesílení, získané v tomto stupni. Samozřejmě musí být zachována dostatečně velká šíře pásma, abychom se neochuzovali o vyšší tóny přijímaného programu. Z toho důvodu se též doporučuje použít i na vstupu pásmových filtrů, což však je celkem málo používáno, jelikož se poměrně těžko dosahuje souběhu. Někdy se pro získání citlivosti přístroje použije sice vysokofrekvenčního předzesilovače, avšak mřížkový obvod směšovací elektronky není laděn. Dělá se tak z důvodu úspory jednoho dílu ladicího kondensátoru; tím se získané zesílení značně sníží, ale ušetří se místo.

Nízkofrekvenční část

Základní zapojení nízkofrekvenční části sestává z nízkofrekvenčního předzesilovacího stupně, koncového stupně s výstupním transformátorem a reproduktorem. Toto základní zapojení je ovšem různými výrobci doplňováno moderními zvláštnostmi. Patří sem nejrozumnější způsoby řízení hlasitosti s fyziologickým účinkem, rozmanitá zapojení negativní zpětné vazby pro snížení skreslení a pro úpravu zvukových charakteristik, zvláštní orgány pro řízení barvy zvuku, vícekanálová zapojení (pro nízké a vysoké kmitočty) atd. Obr. 13 představuje především základní zapojení nízkofrekvenční části a obsahuje ještě člen pro fyziologickou regulaci hlasitosti a regulátor barvy zvuku kombinovaný s negativní vazbou. Moderní demodulátory dodávají dnes takové napětí, že by stačily vybudit koncovou elektronku; v jednoduchých a levných přístrojích je také nízkofrekvenční předzesilovač vynechán. Jelikož však různé regulátory barvy zvuku, které obvykle pracují s negativní vazbou, snižují napětí, musí být tato ztráta vyrovnána zapojením nízkofrekvenčního předzesilovače.

Na obr. 13 pracuje elektronka E_1 jako nízkofrekvenční napěťový zesilovač. Z potenciometru P dostává napětí na řídicí mřížku přes kondensátor C_1 . Na



Obr. 13. Základní zapojení nízkofrekvenčního dílu s řízením hlasitosti s fyziologickým účinkem a kmitočtově závislou negativní vazbou. Potenciometr P má být spodním koncem spojen na společnou zem.

anodovém odporu zesílené napětí přichází přes kondensátor C2 na řídicí mřížku koncové elektronky E2, která dodává zvukový výkon reproduktoru. Vnitřní odpor této elektronky musí být přizpůsoben transformátorem T odporu kmitací cívky. Mřížkové předpětí získávají elektronky na katodových odporech, přemostěných kondensátory. V přívodech stínících mřížek a anod předzesilovacích elektronek bývají obvykle filtrační články, sloužící jednak k odstranění bručení, jednak k zamezení škodlivým vazbám. U velkých přístrojů nalézáme místo jednoduchého koncového stupně též protitákní stupně, pro něž se vyvinula zvláštní zapojovací technika k získání budicích napětí v protifázi.

Problémy řízení hlasitosti

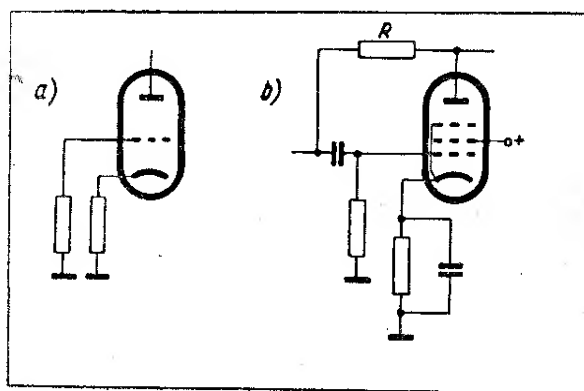
Účelné řízení hlasitosti neomezuje se jen na víceméně plynulé řízení zvukového výkonu. Je nutno totiž brát ohled ještě na určité vlastnosti lidského ucha. V první řadě je to poměr mezi zvukovým výkonem, odevzdávaným reproduktorem a mezi vnímanou hlasitostí. Tento poměr je přibližně logaritmický a podle něho musí být zhotovována i odporová dráha potenciometru k řízení hlasitosti. Proto jsou logaritmické potenciometry v rozhlasových přístrojích samozřejmostí.

Dalším důležitým bodem při řízení hlasitosti je jev kmitočtové závislosti sluchu. Čím nižší je hlasitost, tím více klesá citlivost sluchu pro nízké kmitočty, zatím co pro vysoké tóny zůstává přibližně stejná. Bez zvláštních opatření zní tedy přednes ploše tím více, čím menší hlasitost je nastavena. Odstranění tohoto jevu se provádí tak zvanou fyziologickou regulací, která dosahuje toho, že nízké tóny jsou při malé hlasitosti zdůrazněny nebo vysoké tóny zeslabeny. Celkem snadno se toho dosáhne kondensátorem C a odporem R, připojeným na pevnou odbočku, ležící přibližně v jedné třetině odporové dráhy potenciometru P (obr. 13). Čím nižší je nastavená hlasitost, tím více se blíží běžec k odbočce, takže článek RC se více uplatňuje. Kondensátor tvoří pro vysoké tóny zkrat a tím se dosáhne potřebného zeslabení vysokých tónů. Nastavení tohoto článku

musí být takové, aby odpovídalo vlastnostem sluchu. Řízení hlasitosti může být též provedeno ve vysokofrekvenční části přijímače. Na př. ve vf předzesilovací elektronce je použito regulační elektronky a pro řízení hlasitosti slouží odpor zapojený v serii s katodovým odporem, případně s pomocným odporem připojeným k anodovému napětí. Tím se zvýší předpětí regulační elektronky, zesílení klesá a hlasitost je menší. Ovšem v této jednoduché formě se nedá tohoto zapojení beze všeho použít, neboť automatické vyrovnání citlivosti se snaží zeslabení opět vyrovnat. V mnohých přístrojích je tento způsob kombinován s nízkofrekvenční regulací a má tu výhodu, že zabraňuje přetížení následujících elektronek.

Negativní vazby v nf části

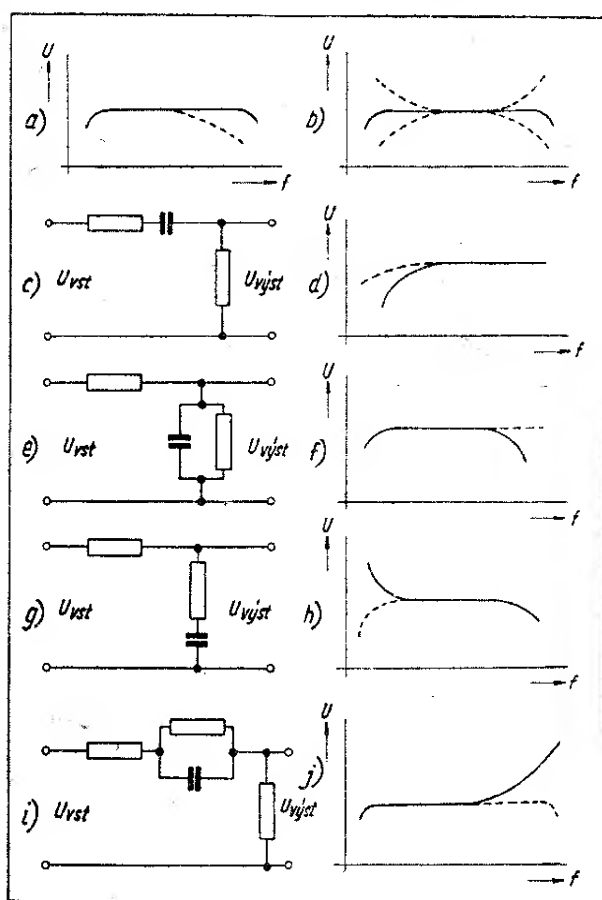
Pod pojmem negativní vazby rozumíme přivádění části již zesíleného napětí, nebo proudu, v obrácené fázi na vstup zesilujícího zařízení. S tím je zásadně spojena ztráta zesílení, které vazba způsobuje zmenšením vstupního (nezesíleného) napětí. Naproti tomu však oceňujeme příznivé působení vazby na snížení nelineárních skreslení. Tato přednost je tak veliká, že velmi rádi počítáme i se zmíněnou nevýhodou, neboť ztráta zesílení se dá moderními elektronkami velmi lehce vyrovnat. Rozeznáváme negativní vazbu proudovou a napěťovou, dále pak kmitočtově nezávislou a kmitočtově závislou. Typickou proudovou negativní vazbu znázorňuje obr. 14a. Zakládá se na prostém vynechání konden-



Obr. 14a. Proudová negativní zpětná vazba
 Obr. 14b. Napěťová negativní zpětná vazba, obě kmitočtově nezávislé

sátoru, přemostujícího katodový odpor. Tím vznikne na odporu střídavé napětí, které je úměrné katodovému a tím i anodovému proudu. Toto střídavé napětí se sčítá s budícím napětím v protifázi a zmenšuje tak účinnou hodnotu napětí mezi mřížkou a katodou. Současně se zvyšuje vnitřní odpor elektronky, takže tento způsob se více hodí pro triody, které mají malý vnitřní odpor. Nelineární skreslení je silně zmenšováno. Uspořádání je kmitočtově nezávislé, zapojením malého kondensátoru ke katodovému odporu se dá však dosáhnout libovolné kmitočtové závislosti.

Typický případ kmitočtově nezá-



Obr. 15a. Starší způsob ovlivňování kmitočtové charakteristiky „tónovou clonou“

Obr. 15b. Novodobý způsob řízení přednesu

Obr. 15c+d. Zapojení a účinek článku pro omezení hlubokých tónů

Obr. 15e+f. Zapojení a účinek článku pro omezení vysokých tónů

Obr. 15g+h. Zapojení a účinek článku pro zdůraznění hlubokých tónů

Obr. 15i+j. Zapojení a účinek článku pro zdůraznění vysokých tónů

vislé napětové negativní vazby ukazuje obr. 14b. Zde je přiváděna část anodového střídavého napětí přes odpor R zpět na vstup. Jestliže odpor připojíme před vazební kondensátor, ušetříme oddělovací kondensátor ve vedení zpětné vazby. Také zde je zesílení sníženo a nelineární skreslení silně potlačeno. Kromě toho se zde snižuje vnitřní odpor elektronky, takže toto uspořádání se více hodí pro pentody. Zmíněná zapojení se nechají snadnou úpravou (připojením kapacitních nebo induktivních reaktancí) učinit kmitočtově závislémi. Tím se otevírá negativní vazbě další možnost použití, totiž ovlivňování kmitočtových charakteristik při současném snížení skreslení. Obr. 13 obsahuje také takové zapojení. Část střídavého napětí z elektronky E2 přichází přes $C3$ na běžec $P1$. V důsledku kmitočtové závislosti $C3$ bude negativní vazba při vysokých kmitočtech větší, takže vysoké tóny budou zesilovány slaběji než hluboké. Účinek se dá nastavit potenciometrem $P1$.

Řízení barvy zvuku

Orgány pro řízení barvy zvuku slouží jednak k ovlivňování průběhu nízkofrekvenční charakteristiky a jednak k přizpůsobení přednesu individuálním požadavkům posluchače. Původně se této otázce velká pozornost nevěnovala. Spokojovali jsme se s jednoduchými tónovými clonami, které se většinou skládaly z říditelného odporu a kondensátoru v serii, zapojeného mezi anodu koncové elektronky a zem. Odpor kondensátoru, zmenšující se s přibývajícím kmitočtem, vedl podle postavení běžce k ubývání vysokých tónů, jak je to naznačeno na obr. 15a. Takto přizpůsobená reprodukce byla nedostatečná, neboť neodpovídala ani vlastnostem ucha, ani subjektivnímu vnímání zvuku.

Správnou je jedině oddělená regulace vysokých i hlubokých tónů zcela na sobě nezávislá, tedy podle křivky na obr. 15b. Zde nám pomáhá moderní zapojovací technika různými filtračními články. Z nich jsou některé naznačeny na obr. 15c-j. Obrázky vlevo ukazují základní zapojení, pravé pak výsledný vliv na kmitočtovou charakteristiku. Je

pouze věci konstrukce, tyto kmitočtové závislé články do přístroje zapojit a pomocí dvou oddělených regulátorů dosáhnout buď zdůraznění, případně potlačení vysokých nebo hlubokých tónů. Články jsou většinou zapojeny buď jako vazební členy mezi jednotlivými zesilovacími stupni nebo ve zpětnovazebním vedení, kde současně slouží k snižování skreslení. To ovšem vyžaduje značný zisk elektronek. Jsou však i taková zapojení, kde elektronky ničím nepřispívají k zesílení a pouze kompenzují regulační ztráty.

Koncová elektronka a přizpůsobení

V předchozích statích popsané řízení barvy zvuku a snižování skreslení v předzesilovacích stupních bylo by bezúčelné, kdyby koncový stupeň přijímače neměl dostatečný výkon; musíme proto koncovým elektronkám a reproduktorům věnovat stejnou péči jako předchozím stupňům. Koncový stupeň má za úkol přivádět reproduktoru dostatečně velký a pokud možno neskreslený elektrický nízkofrekvenční výkon. Prvním předpokladem pro to je samozřejmě správné budící napětí. V dalším se již jedná o správnou polohu pracovního bodu koncové elektronky a o vhodný výstupní transformátor, především však o dobrý reproduktor. Že tento je dosud nejslabším článkem nízkofrekvenční části, ukazují snahy některých výrobců sestavit nový systém reproduktoru (iontový). To ovšem neznamená, že by měl být zavržen dosavadní dynamický reproduktor, neboť ve vhodné kombinaci obou systémů, jakož i prostorovém rozdělení zvuku lze očekávat další podstatná zlepšení.

Správnému přizpůsobení impedance reproduktorů na vnitřní odpor koncové elektronky je nutno věnovat zvláštní péči, neboť na tom nezáleží pouze elektroakustická účinnost, nýbrž také – a to hlavně – jakost reprodukce.

Víme dobře, že nejlepší nízkofrekvenční zesilovač je bezcenný, jestliže není k němu vhodný reproduktor s příslušným výstupním transformátorem. Jak má reproduktor, nebo dokonce reproduktorová kombinace vypadat, je

celkem dosti jasné. Výstupní transformátor však mnohemu i dosti vyspělému radioamatérovi zůstává zastřen rouškou tajemství. Chceme tedy poodhalit tuto roušku alespoň částečně, neboť dokonalý výklad všech vlastností transformátorů, zvláště výstupních, zaplnil by nejméně celý sešit „Radiového konstruktéra“. Spokojíme se tedy jen s nejdůležitějšími pojmy a údaji z praxe. Jak je známo, praktik nerad počítá. Bohužel je to často chyba; na základě rozboru vlastností a vztahů správně provedený výpočet výstupního transformátoru snižuje risiko neúspěchu při zhotovování. Avšak bez počítání vůbec nelze vyjít nikdy; snažili jsme se je však omezit na nejmenší míru, jak dále v uvedeném návodu uvidíte. Podle tohoto popisu zhotovené výstupní transformátory dokonce vykazovaly uspokojivý kmitočtový průběh až do 15 kHz.

Výstupní transformátor - převodový poměr

Výstupní transformátor je zapojen mezi koncovou elektronkou a reproduktorem. To je základ výpočtu výstupního transformátoru. O koncové elektronce musí být známo, jaký má nejvhodnější zatěžovací odpor a jaký nízkofrekvenční výkon je schopna dodat; u reproduktoru je směrodatná impedance kmitací cívky. Hodnoty elektronky pro běžné typy získáme z údajů výrobce v katalogu elektronek. Impedance kmitací cívky, pokud není známa, dá se změřit pomocí zdroje tónového kmitočtu, nebo i použitím jednoduchého měření odporu pomocí střídavého proudu 50 Hz. V nejhorším případě postačí i změření stejnosměrného odporu, jehož hodnota násobena 1,25 nám poslouží jako hledaná impedance. Máme-li nyní impedanci kmitačky a zatěžovací odpor elektronky, vypočteme jednoduše potřebný převodový poměr či pouze převod:

$$p = \sqrt{\frac{R_a}{R_k}}$$

R_a = zatěžovací odpor elektronky
v ohmech,

R_k = impedance kmitačky v ohmech.

Velikost železného jádra

Velmi důležitá je velikost železného jádra, neboť na ní značně závisí jakost transformátoru a jeho přenosové vlastnosti. Bohužel se velmi často právě na tomto místě šetří. Velikost použitých jader je málokdy vyhovující. Na příklad jedna kouzelná formule říká, že jádro má být dimensováno asi na pětinasobek skutečného přenášeného výkonu. My použijeme poněkud přesnějšího, ovšem také empirického vzorce pro určení velikosti železného jádra:

$$q = 12 \sqrt{\frac{2N}{f_{min}}}$$

N = nízkofrekvenční výkon ve W,
 f_{min} = nejnižší kmitočet, který má být přenášen,

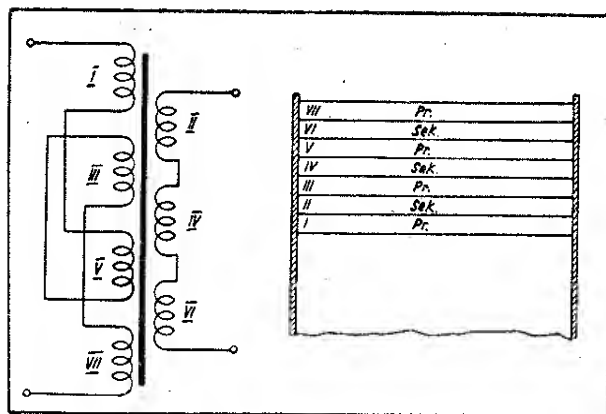
q = průřez jádra v cm^2 .

Nyní známe převod a průřez jádra, takže můžeme přejít k vlastnímu výpočtu a stavbě výstupního transformátoru.

Indukčnost primárního vinutí určuje dolní kmitočtovou hranici.

Jaké požadavky má splňovat opravdu dobrý výstupní transformátor? Má mít kmitočtový rozsah od 50 Hz do 10 kHz tak rovný, aby nenastával větší pokles ani u hlubokých ani u vysokých kmitočtů, čili aby všechny tóny byly naprosto rovnoměrně přenášeny.

Vyhovět této podmínce u nízkých kmitočtů není tak obtížné. Zde je činitelem primární indukčnost, která se dá zjednodušeně vypočíst podle vzorce



Obr. 16. Výstavba a zapojení výstupního transformátoru s malou kapacitou

$$L_p = \frac{x \cdot R_a}{2 \pi \cdot f_{min}}$$

L_p = primární indukčnost v H,

R_a = zatěžovací odpor elektronky v ohmech,

f_{min} = nejnižší přenášený kmitočet,

x = činitel přizpůsobení.

U výstupních transformátorů pro širokopásmové nízkofrekvenční zesilovače (t. j. s rozsahem 30 Hz ÷ 15 kHz) volí se tento činitel $x = 1,5 \div 2$. Pro transformátory méně náročné se přibližuje k jedničce.

Horní kmitočtová hranice je dána výstavbou transformátoru, která zaručuje nejmenší vlastní kapacity a rozptylové indukčnosti.

Pro přenos vysokých kmitočtů je jednoznačně rozhodující výstavba vinutí. Základní podmínkou je málo kapacitní způsob vinutí a nejmenší rozptylové indukčnosti. Jelikož si bohužel tyto dvě podmínky při zhotovování vinutí navzájem odporují, snažíme se dosáhnout malých rozptylových indukčností použitím plechu vysoké jakosti, zatím co málo kapacitního vinutí můžeme dosáhnout různým způsobem. Pro vinutí se může použít drátu s izolací smalt + hedvábí a vkládat silnější izolace mezi jednotlivé vrstvy, můžeme však také vinout do více komor. Přitom však se spotřebuje pro vinutí nadměrně mnoho místa. Jako účelné se ukazuje rozdělení vinutí. Vypočtený počet primárních závitů se rozdělí na příklad na čtyři stejné díly a sekundární na tři díly. Nejdříve se navine jeden díl primárního vinutí, potom díl sekundárního vinutí, potom opět díl primárního vinutí atd. Jednotlivé díly se potom mezi sebou propojují (viz obr. 16).

Určení počtu závitů a průměru drátu

Jestliže jsme vypočítali převod, velikost jádra a primární indukčnost, následuje zjištění počtu závitů primárního vinutí podle vzorce

$$Z_p = 1000 \sqrt{\frac{L_p}{k}}$$

L_p = primární indukčnost,
 k = indukčnost vinutí o 1 000 závitů
na určitém jádře.

Máme-li neznámý plech, můžeme hodnotu k přímo změřit, máme-li k dispozici most na měření indukčností. Navineme na jádro 1 000 závitů a změřená indukčnost je hodnota k . Jelikož se většinou užívají jádra z různých výprodejních transformátorů s plášťovými plechy M , lze zjistit z tabulky hodnoty k pro toto provedení plechů.

Druh plechů	Vzduchová mezera			Průřez v cm ² asi
	0	0,5	1 mm	
M 42/15	1,2	0,43	0,26	2
M 55/20	2,5	0,83	0,52	3
M 65/27	4,3	1,08	0,67	5
M 74/32	5,0	1,66	1,0	7
M 85/32	5,5	—	1,2	8
M102/35	9,0	—	1,6	11
M102/55	12,0	—	2,4	17

Hodnoty k pro transformátorový plech síly 0,35 mm, 1,3 W/kg. Počet sekundárních závitů se vypočte z daného převodu podle vzorce

$$z_s = \frac{z_p}{p}$$

z_p = primární závity,
 p = převod.

Potřebný průměr drátu na primárním vinutí vypočte se ze stejnosměrného zatížení, a to podle vzorce

$$d_p = \sqrt{0,5 I}$$

Průřez drátu sekundárního vinutí je zatížen pouze střídavým proudem a u kmitacích cívek s impedancí do 15 Ω lze použít asi pětkrát většího průměru drátu než u vinutí primárního.

Tím by byly známy všechny nejdůležitější hodnoty a podle nich lze výstupní transformátor amatérsky postavit. Podotýkáme znovu, že se jedná o hodnoty odvozené z praxe a nikoliv o vědecký výpočet. Zkušenosti však ukázaly, že lze

pro běžné použití zhotovit i s tak málo náročným výpočtem vyhovující transformátor. Pro úplnost ještě doplňujeme tento návod příkladem.

Máme zhotovit na příklad výstupní transformátor pro elektronku AL5.

Dáno: Koncová elektronka AL5.
 $R_a = 3500 \Omega$; $I_a = 72$ mA; střídavý výkon $N = 8,8$ W.

Stejnoseměrný odpor kmitačky reproduktoru změřen = 5 Ω , t. j.

$$R_k = 5 \cdot 1,25 = 6,25 \Omega.$$

Žádaný kmitočtový rozsah 30 Hz ÷ ÷ 15 000 Hz.

Výpočet:

$$\text{Převod } p = \sqrt{\frac{R_a}{R_k}} = \sqrt{\frac{3500}{6,25}} \approx 24.$$

Průřez železa

$$q = 12 \sqrt{\frac{2N}{f_{\min}}} = 12 \sqrt{\frac{17,6}{30}} \approx 9 \text{ cm}^2.$$

To znamená, že použijeme jádro M85/32 s mezerou 1 mm.

Primární indukčnost

$$L_p = \frac{x \cdot R_a}{2 \pi f_{\min}} = \frac{1,5 \cdot 3500}{6,28 \cdot 30} \approx 28 \text{ H.}$$

Počet primárních závitů

$$z_p = 1000 \sqrt{\frac{L_p}{k}} = 1000 \sqrt{\frac{28}{1,2}} \approx 4800 \text{ z.}$$

Průměry drátu

primár $d_p = \sqrt{0,5 I} = \sqrt{0,5 \cdot 0,072} \approx 0,2$;
sekundár $d_s = 5 \cdot d_p = 5 \cdot 0,2 = 1,0$ mm.

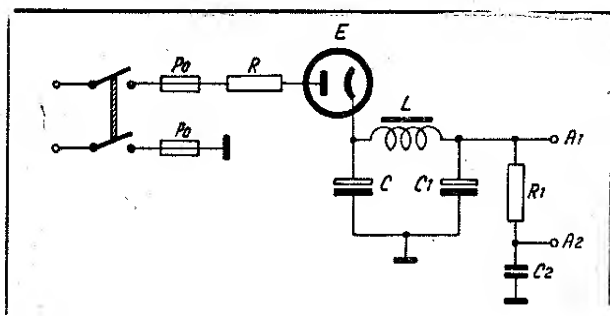
Někdy se může přihodit, že se vinutí nevejde do okénka cívky. To značí, že vezmeme jádro o větším průřezu a hodnoty vinutí přepočteme na tento průřez. Vlastnostem transformátoru to nebude na škodu.

Síťová část a napájení

Jako každé elektronické zařízení, potřebuje i superhet napájení. Rozeznááme přístroje s libovolným napájením ze střídavé nebo stejnosměrné sítě (univerzální přístroje) a přístroje výlučně napájené pouze ze sítě střídavé. Rozeznááme napájení anodových obvodů a žhavicích obvodů. Přístroje univerzální se sice ještě používají, avšak ztrácejí pomalu význam, neboť stejnosměrné sítě stále více mizí.

Anodové napájení u universálního přístroje

Zapojení ukazuje obr. 17a. Přes dvou-pólový vypínač přichází síťové napětí k pojistkám P_0 a dále přes ochranný odpor k anodě jednocestné usměrňovací elektronky E. Katoda této elektronky musí být od žhavicího vlákna izolována na několik set voltů, neboť tento napěťový rozdíl musí skutečně vydržet. V důsledku působení usměrňovací elektronky nabije se nabíjecí kondensátor C při nezátženém stavu na maximální hodnotu střídavého napětí. (U stejnosměrné sítě nabije se C při správné po aritě na hodnotu stejnosměrného napětí sítě.) Při použití na střídavé síti objevují se za provozu na kondensátoru C značné zbytky střídavého napětí, vznikající tím, že během negativní půlvlny, kdy usměrňovací elektronkou neprotéká proud, nastává vybíjení kondensátoru, které je tím větší, čím silněji zatížíme zdroj. Takto vznikající brumové napětí závisí kromě velikosti zatížení též na kapacitě nabíjecího kondensátoru. Ale i při použití kondensátoru $50\ \mu\text{F}$ zůstává ještě brumové napětí příliš velké. Odstraňuje se zapojením filtračního řetězu, skládajícího se z tlumivky L se železným jádrem a filtračního kondensátoru C1. Také tento kondensátor má obyčejně kapacitu $50\ \mu\text{F}$. Na svorce A1 je tedy dostatečně vyhlazené stejnosměrné napětí k napájení jednotlivých stupňů superhetu. Ve stupních, které jsou na brumové napětí zvláště citlivé (na příklad nf předzesilovače) musí být zavedena ještě další filtrace. Jelikož odebíraný proud je většinou malý, stačí místo tlumivky



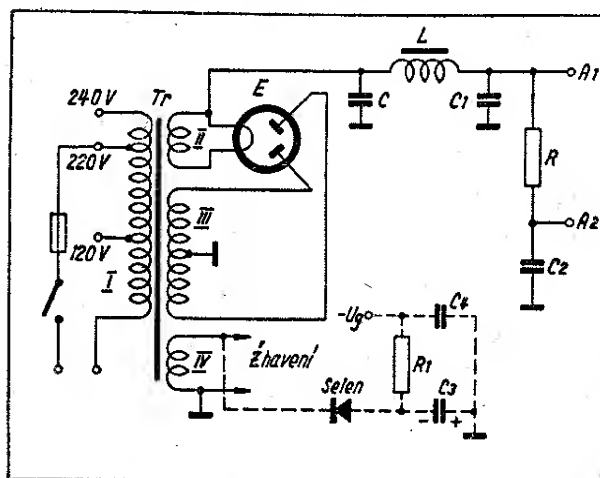
Obr. 17. Zapojení anodového napáječe u universálního přístroje

pouze odpor s vhodným kondensátorem ($R1$, $C2$ v obr. 17).

Universální zapojení má přednost v jednoduché stavbě a použitelnosti pro oba druhy proudu. Při stejnosměrném napětí působí usměrňovací elektronka pouze jako malý odpor; vyfiltrování případných střídavých napětí, vniklých do sítě, děje se jako při provozu na střídavý proud tímtež filtračním řetězcem. Nevýhodou je poměrně malé dodávané napětí a značně velká závislost napětí na zatížení. Zvláště u síťového napětí 110 V je pak přístroj velmi málo výkonný.

Anodové napájení u přístrojů na střídavý proud

Jádro tvoří síťový transformátor Tr (obr. 18), který pracuje zvláště hospodárně, neboť jeho pomocí transformujeme napětí na konečnou hodnotu t křivka beze ztrát. Vinutí I je primární, neboli síťové vinutí; má odbočky pro nejvíce užívaná napětí, které se dají nastavit pomocí přepínače napětí. Vinutí II žhaví usměrňovací elektronku, která má dvě anody a pracuje jako dvoucestný usměrňovač. Z toho důvodu je vinutí pro anodové napětí III opatřeno střední odbočkou. Jako u jednocestného usměrňovače nastává zde opět nabíjení kondensátoru C, tentokrát však během obou půlvln, takže závislost napětí na zatížení a brumové napětí jsou podstatně menší. Filtrační řetěz L, C1 se stará o odstranění zbytku brumu.



Obr. 18. Základní zapojení napáječe u přístroje pro střídavý proud

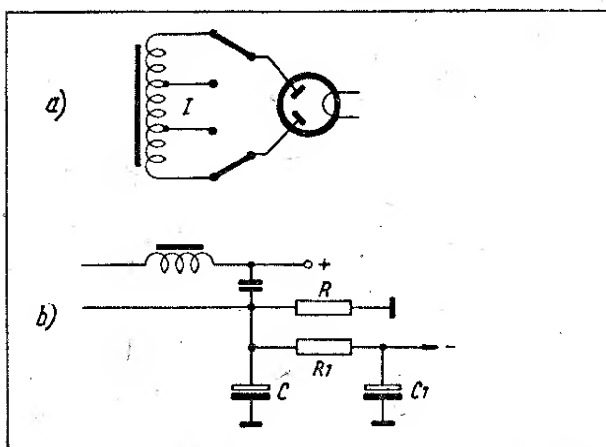
Na C1 máme k dispozici velmi dobře uklidněné stejnosměrné napětí. Pro zvláště citlivé stupně je účelný přidavný člunek (R, C2); dvojnásobně filtrované napětí je pak odebíráno na svorce A2.

Vinutí IV slouží ke žhavení elektronek přijímače. Mnohdy slouží toto vinutí též k získání záporného předpětí pro některé stupně. Střídavé napětí je pak usměrňováno malým suchým usměrňovačem, kondensátor C3 slouží jako nabíjecí a filtrace se děje článkem R1 a C4. Také zde stačí z důvodů zanedbatelně malých proudů filtrace odporem. Při správném pólování usměrňovače obdržíme dobře uklidněné záporné napětí proti zemi. Střídavé napětí, dodávané vinutím III, určuje výšku vznikajícího stejnosměrného napětí a toto opět příkon přijímače při daných elektronkách. Při velkých nízkofrekvenčních výkonech potřebujeme pro koncové elektronky poměrně vysoké anodové napětí. Jelikož ale plný nízkofrekvenční výkon se jen velmi málo využívá, zůstává i při nižších stejnosměrných napětích ještě slušný přednes a proto vzniklo úsporné zapojení, naznačené na obr. 19a. Vinutí I odpovídající vinutí III na obr. 18 má dvě symetrické odbočky, takže můžeme dvoucestné usměrňovací elektronce podle potřeby přivádět nižší střídavé napětí. Tím klesne stejnosměrné napětí a tím i příkon odebíraný ze sítě. Pomocí jednoduchého přepínacího zařízení můžeme přejít z normálního provozu

k úspornému, nebo obráceně. Rozmanitě je získávání potřebného mřížkového předpětí pro různé elektronky. Rozznáváme předpětí pevné, poloautomatické a automatické. K prvnímu způsobu patří již zapojení uvedené na obr. 18, při kterém je usměrňováno a vyfiltrováno neproměnné střídavé napětí. Rozdíl mezi pevným a poloautomatickým předpětím představuje obr. 19b. Zde protéká součet anodových proudů všech přijímačových elektronek poměrně malým odporem R, čímž vzniká na něm spád napětí, které je proti kositě záporné. Toto napětí je blokováno kondensátorem C a vyfiltrováno článkem R1, C1. Jelikož anodové proudy většiny elektronek se během provozu nemění nebo pouze nepatrně, je takto získané předpětí poměrně konstantní.

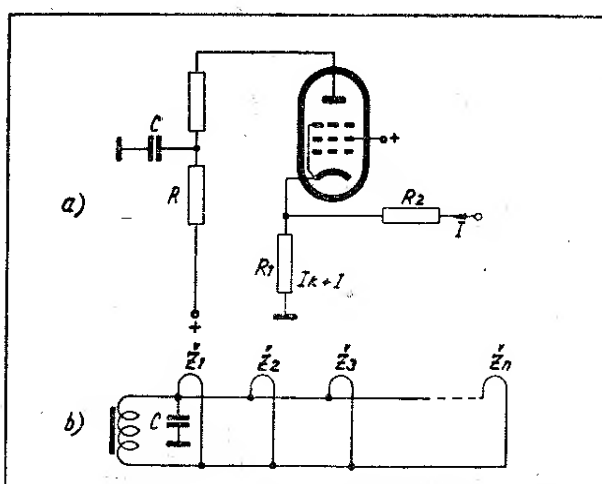
Typické zapojení k získání poloautomatického mřížkového předpětí představuje obr. 20a. Zde naznačená elektronka má katodový odpor R1, kterým protéká jednak katodový proud a jednak pomocný proud z kladného napětí přes odpor R2. Katodový odpor může být menší než bez pomocného proudu a závislost spádu napětí na R1 na katodovém proudu, je podstatně nižší. „Pružnost“ tohoto zapojení dá se libovolně nastavit podle pomocného proudu.

Jestliže odpor R2 v obr. 20a vypustíme, přicházíme k automatickému mřížkovému předpětí. Předpětí je potom zcela závislé na katodovém proudu při-



Obr. 19a. Zapojení pro úsporu elektrické energie. Střed sekundáru je uzemněn.

Obr. 19b. Získávání předpětí průtokem společného proudu odporem



Obr. 20a. Poloautomatické získávání předpětí

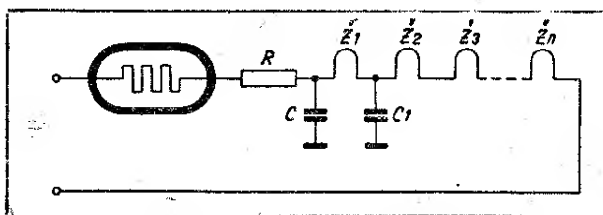
Obr. 20b. Žhavicí obvod u přístroje na střídavý proud

slušné elektronky. Elektronka při tom nemůže být snadno přetížena, neboť každé zvýšení anodového proudu nebo proudu stínící mřížky má za následek zvýšení předpětí, které působí jako brzda.

Citlivé stupně obdrží v anodových obvodech dodatečnou filtraci článkem RC, jak je rovněž vidět na obr. 20a. V serii s pracovním odporem je zapojen filtrační odpor R , který je přemostěn proti zemi kondensátorem C . Takovýto článek odstraňuje nejen zbytkové brumové napětí, nýbrž zamezuje též účinně případným vazbám střídavého proudu.

Žhavicí obvod u universálního přístroje

U universálního přístroje jsou zapojena žhavicí vlákna elektronek podle obr. 21 vždy v serii, neboť potom je síťového napětí, které se při stejnosměrné síti nedá transformovat, nejehospodárněji využito. Přebytkové napětí, které je závislé na síťovém napětí, na počtu elektronek a na žhavicím napětí, je stráveno předřadným odporem R . V serii s ním bývá někdy zapojen variátor (zařízení s vysokým odporem ve studeném stavu), aby u studených vláken, které mají nízký odpor, bylo zabráněno velkému proudovému nárazu. Toto je důležité i pro osvětlovací žárovku, která také těžko snáší proudové nárazy. Ve stupních, které pracují s vysokými kmitočty, zapojují se přemostovací kondensátory (C , C_1 v obr. 21), které zabráňují vniknutí bludných vysokofrekvenčních proudů do žhavicího vedení. To je důležité, aby nevznikly nekontrolovatelné vazby. Velmi často se používá též vysokofrekvenčních tlumivek. Nalézáme je



Obr. 21. Zapojení žhavicího obvodu u universálního přístroje

také v přívodu síťového napětí, kde mají za úkol zabránit vniknutí rušivých vysokofrekvenčních kmitů. U přístrojů pro seriové žhavení je důležitý žhavicí proud, to znamená, že předřadný odpor musí být nastaven tak, aby obvodem protékal předepsaný proud.

Žhavicí obvod u přístroje na střídavý proud

Střídavý žhavicí obvod je podstatně jednodušší (obráz. 20b). Síťový transformátor (vinutí IV podle obr. 18) dodává vláknům požadované žhavicí napětí stálé velikosti; žhavicí vlákna všech elektronek jsou tedy zapojena paralelně. Proti žhavicímu obvodu universálního přístroje je zde důležité žhavicí napětí, které má být dodrženo v předepsaných tolerancích. Jelikož žhavicí vedení představují pro vysoké kmitočty značné impedance, jsou používány také při paralelním žhavení přemostovací kondensátory (C v obr. 20b). Svedou z příslušného žhavicího přívodu tyto nebezpečné vf kmitočty nejkratší cestou k zemi.

U žhavení střídavým proudem musí být žhavicí obvod v některém místě spojen se zemí, neboť jinak mohou vzniknout mezi vláknem a katodou nekontrolovatelná, mnohdy značně vysoká střídavá napětí, která jsou příčinou rušivého bručení. Většinou postačí jednopólové spojení jednoho žhavicího přívodu se zemí. Mnohé síťové transformátory mají na žhavicím vinutí střední odbočku; v tomto případě spojí se se zemí tato.

V důsledku symetrisace získá se lepší odstranění bručení.

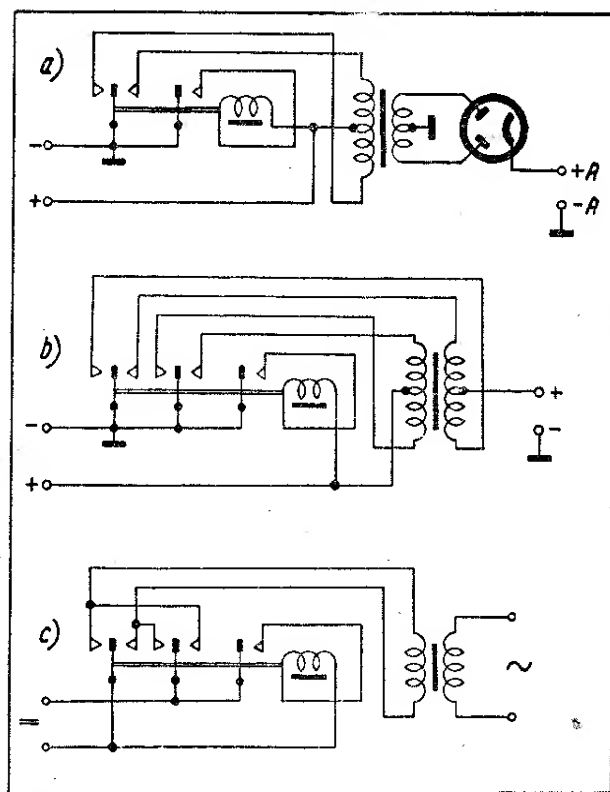
U všech síťových žhavicích obvodů je nutno dbát na to, aby nebylo překročeno výrobci elektronek připuštěné napětí mezi katodou a vláknem.

Popsali jsme si běžné napájení přijímače ze sítě. Vzhledem k tomu, že naším úkolem je věnovat se přijímači pro automobil, nepřichází bohužel tento jednoduchý a spolehlivý způsob napájení v úvahu. Obrátíme se tedy k napájecímu zařízení pro náš typ přijímače, a to k vibrátoru.

Vibrátor neslouží dnes jen jako napájecí zdroj pro automobilové přijímače, nýbrž v různých provedeních se užívá k napájení bateriových přijímačů a různých speciálních přístrojů a jeho význam stále roste. Jistě všichni známe inkurantní vibrátory a jejich nového následovníka fy Tesla. Povíme si tedy o vibrátorech, jejich vlastnostech a zapojeních.

Zapojení

Podle zapojení používá se dnes nejvíce tak zvaný protitaktní vibrátor, který vyžaduje na primární straně transformátoru střední odbočku (jako u protitaktního zesilovače). Tak zvaný vibrátor s obrácením pólů je vhodný pro transformátory bez středního vývodu. Používá se většinou jako mezičlen k normálnímu přístroji pro střídavý proud, aby tento mohl být napájen také ze stejnosměrné sítě. Základní zapojení vibrátoru je na obr. 22 a, b, c.



Obr. 22a. Protitaktní vibrátor s usměrňovací elektronikou

Obr. 22b. Protitaktní vibrátor s vlastním usměrňováním

Obr. 22c. Vibrátor s obrácením pólů

Při použití vibrátoru musí být dbáno na celou řadu důležitých bodů. Vibrátor má být montován pokud možno ve svislé poloze; při vodorovné montáži, což se z důvodu nedostatku místa z nouze dělá, musí být dbáno zvláštní opatrnosti. Hlavně musí být dbáno, aby při provozu vznikající opal doteků nezůstal na dotekové ploše, neboť by tím mohlo být zaviněno trvalé krátké spojení některého dotekového páru, což by po krátkém čase vedlo k úplnému zničení dotekového systému i transformátorového vinutí. Proto se doporučuje buď vložení tavné pojistky, nebo technicky dokonalejšího použití proudového relé v napájecím obvodu, které při překročení určené proudové hodnoty odpojí přívod proudu k primárnímu vinutí. Kmitající systém vibrátoru je buď upevněn pérově v kovovém rámečku a pak vložen do vlastního ochranného krytu, nebo je upevněn pomocí polštáře z pěnové gumy. Je proto vlastní uložení vibrátoru velmi důležité, neboť na něm je ve velké míře závislý vlastní šum vibrátoru. Podle možností je nejlépe vibrátor umístit do patice odpérované od kostry přístroje, případně odisolované, aby se tím zabránilo nepříjemnému zesilování vlastního šumu rezonančními jevy.

Doteky

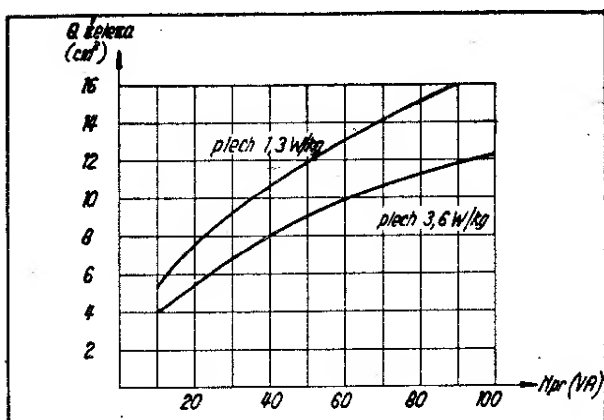
Volba dotekového materiálu pro hnací i přepínací doteky závisí nejvíce na použitém přepínacím napětí. Není proto možno beze všeho použít vibrátoru pro jiné napětí po pouhém převinutí poháněcí cívky. Pro dimensování doteků nutno brát v úvahu, že nejen vlastní zatížení, ale také prostředky pro zhasení jiskření a pro odrušování zatěžují doteky. Předčasné opotřebení mnohých doteků nutno často přičíst právě nevhodně voleným prostředkům odrušení. Velmi kritická je mezera mezi doteky, neboť na ní závisí při provozu důležitý čas uzavření doteků. Je proto nutné, aby čas od času byl vibrátor překontrolován právě na mezeru mezi doteky. Nastavení poháněcího doteku je

důležité pro kmitočet vibrátoru. Máme-li k dispozici jazýčkový kmitočtoměr, můžeme snadno nastavit jmenovitý kmitočet. Nastavení se má dít za použití jmenovitého napětí a běžné teploty, neboť jak napětí, tak i teplota okolí mají vliv na kmitočet.

Na důležitost času uzavření doteků bylo již krátce poukázáno. Tento čas je definován jako zlomek, který udává dobu uzavření doteku vzhledem k trvání jedné periody. Kdyby přepínací doba doteků byla nula, to znamená kdyby cesta jazýčku od jednoho doteku ke druhému nespotřebovala žádný čas, pak by při symetrickém nastavení byla doba uzavření rovna právě jedné polovině periody. Jelikož však je pro přechod jazýčku vždy zapotřebí určitý čas, který mezi jiným závisí i na vzdálenosti doteků, může být doba uzavření vždy pouze menší než 0,5 či i 50%. V praxi se počítá s hodnotou 0,4 ÷ 0,45 (40 až 45%) při dobrém vibrátorovém systému.

Doba uzavření t ovlivňuje jednak proud tekoucí střední odbočkou primárního vinutí transformátoru a tím proud tekoucí polovinou sekundárního vinutí. Tento proud se mění s $1/\sqrt{t}$. Tím ovšem na t závisí také značně bručivé napětí na nabíjecím kondensátoru. Toto bručivé napětí lze určit ze vzorce

$$U_{br} = \frac{(0,5 - t) \cdot I_s}{2fC} \text{ [V]}$$



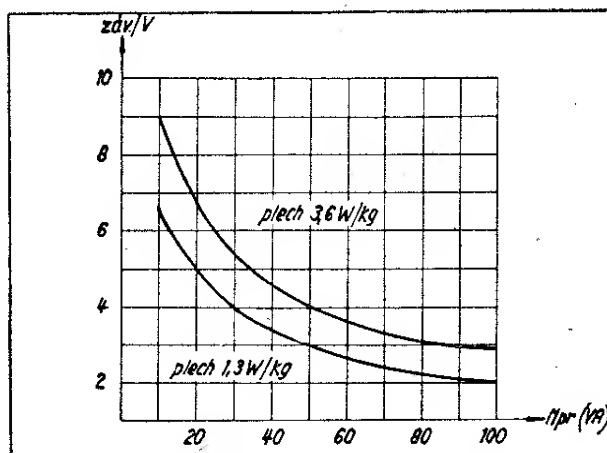
Obr. 23. Diagram zjištění průřezu železa pro transformátor k vibrátoru

kde I_s je odebíraný usměrněný proud v ampérech,
 C kapacita nabíjecího kondensátoru ve faradech,
 f kmitočet vibrátoru v Hz
 a t doba uzavření doteků.

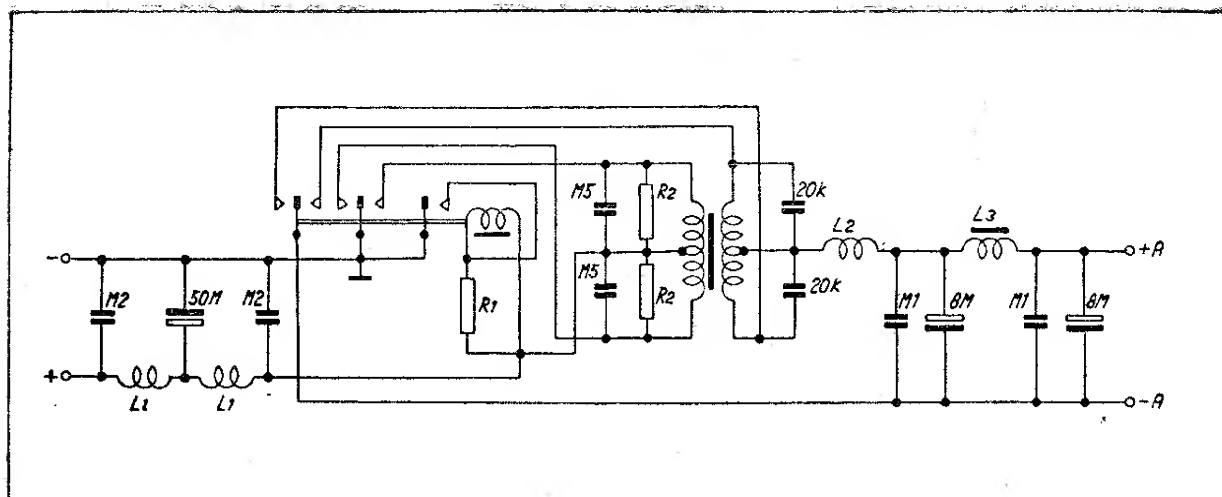
Transformátor a zhášení jiskření

Při spolupráci vibrátoru s transformátorem, jak obvykle tento případ bývá, je primární vinutí transformátoru připojováno a odpojováno podle kmitočtu jazýčku. Periodickým přepínáním tohoto induktivního zatížení vznikají vysoké proudové i napěťové špičky, které při vadně navrženém zapojení mohou vést v krátkém čase ke zničení doteků. Proto účelným návrhem transformátoru snažíme se tyto špičky udržet pokud možno na přijatelné výši.

Jestliže u normálního síťového transformátoru můžeme použít sycení 10 000 až 12 000 gaussů, smí být pro transformátor k vibrátoru použito maximální sycení 5500 gaussů, vztaženo na sinusový proud o kmitočtu vibrátoru. K ulehčení zjištění potřebného průřezu železa poslouží nám obr. 23. Jak zjistit potřebný zdánlivý příkon, povíme si při určování průřezu drátu. Pro uvedené poměry zjistíme i potřebný počet primárních závitů na 1 volt vstupního napětí z křivek uvedených na obr. 24. Z takto vypočtených primárních závitů určíme počet sekundárních závitů vynásobením převodovým poměrem. Vznikající úbytek napětí v sekundárním vi-



Obr. 24. Diagram pro zjištění počtu závitů na 1 V primárního stejnosměrného napětí



Obr. 25. Příklad zhašení a odrušení protitaktního vibrátoru. $R_1 = 20 \div 1000 \Omega$; $R_2 = 100 \div 500 \Omega$; $L_1 = 25$ z. válcové vinutí CuL $\varnothing 1,5$ na trubce $\varnothing 10$; $L_2 = 150$ záv. křížové vinutí CuL $\varnothing 0,15$ na trubce $\varnothing 10$; $L_3 =$ filtrační tlumička 10–30 H.

nutí vyrovnáme přidáním závitů a stejným výpočtem jako u normálního síťového transformátoru. Proti provozu se sinusovým proudem musíme mít na zřeteli jiný průběh křivky a tuto vzít v úvahu. Nejsnadněji se tak stane, jestliže k již upravenému počtu sekundárních závitů připojíme ještě asi 18% z vypočteného počtu závitů. Tato hodnota je vzata ze zkušenosti a dobře se osvědčuje.

Výpočet průřezu drátů je vzhledem k pravoúhlému průběhu proudu složitější než u průběhu sinusového. K tomu přichází závislost na době uzavření doteku a rovněž zhašecí a odrušovací prvky zatěžují doteky. Vliv těchto prvků uvažujeme přídatkem 10%.

Jestliže odebíraný stejnosměrný proud v ampérech označíme I , pak efektivní proud tekoucí každou polovinou sekundárního vinutí je

$$I_{sek\ eff} = \frac{1,1\ I}{2\ t}$$

z toho, je-li σ hustota proudu v A/mm², vychází průřez sekundárního vinutí vodiče

$$q_{sek} = \frac{I_{sek\ eff}}{\sigma}$$

Jestliže počítáme s obvyklou hodnotou $\sigma = 2,55$ A/mm², pak hledaný průřez je

$$q_{sek} = \frac{0,216\ I}{t} \text{ (mm}^2\text{)}.$$

Pro výpočet průřezu drátu primárního vinutí musí být znám transformátorem odebraný zdánlivý příkon. Pro účely rozhlasového přijímače je možno počítat s účinností od 0,6 ÷ 0,8, takže pro primární zdánlivý příkon platí

$$N_p = 1,25 \div 1,7\ N_{sek}.$$

Jestliže napájecí napětí je U , doba uzavření doteků t , a σ opět 2,55 A/mm², pak průřez primárního drátu

$$q_p = \frac{0,216\ N_p}{U \cdot t} \text{ (mm}^2\text{)}.$$

Všeobecně platné údaje pro dimensování zhašecích prvků lze velmi těžko udávat, protože záleží nejen na spotřebičem odebíraném proudu, ale též na jeho provedení (induktivní či kapacitní zatížení). Proto není ani také dobře možné pro vibrátor, který má případně pracovat s různými spotřebiči, navrhnout vždy správné zhašecí zařízení. Musíme se proto v takových případech spokojit pouze s více či méně šťastnými kompromisy. Pro vibrátory, které pracují do jednoho stálého zatížení, jako je tomu u rozhlasového přístroje, dá se však navrhnout účelné zhašecí zařízení, které značně přispívá ke zvýšení životnosti vibrátoru.

Na obr. 25 je uveden příklad zhášecího a odrušovacího zařízení. Nutno však i v tomto případě uvedené hodnoty brát jako směrné. Zaručeně správné hodnoty lze získat pouze při zkoumání průběhu proudů a napětí pomocí osciloskopu. Změnou elektrických hodnot mohou být tyto průběhy tak ovlivněny, že opotřebení doteků zůstane v hospodársky únosných mezích.

Odrušení

Dobré zhášecí zařízení již samo o sobě přináší značné snížení rušení zmírněním intensity jiskření. Přesto však je většinou třeba dalších zákroků, aby bylo zabráněno ovlivňování přijímače tímto rušením.

Všechny pokusy dosáhnout užitečného odrušení však budou marné, nebude-li dbáno níže uvedených bodů.

1. Bezvadné elektrické propojení všech dílů, které mají mít nulový potenciál. Nezapomenout na propojení krytu vibrátoru (obvykle je montován odisolovaně). Elektrické propojení nesmí nahrazovat kostra, nýbrž musí být použito měděného vodiče s ne příliš malým průřezem.

2. Mezi vibrátorem a spotřebičem na jedné a vibrátorem a zdrojem na druhé straně je třeba použít bezvadně uzemněné stíněné vodiče.

3. Žhavicí napětí odebírat případně zvláštním vedením přímo z baterie. Nezapojovat pokud možno žhavení na napájecí vedení k vibrátoru.

4. Všechny na rušení náchylné spoje vést co v největší vzdálenosti od vodičů k vibrátoru a pokud možno na druhé straně kovové kostry. Jestliže se nedá zabránit přiblížení, pak nevést vodiče vedle sebe, nýbrž pokud možno vzájemně kolmo.

Přívod napájecího napětí pro vibrátor se děje většinou přes řetěz kondensátorů a tlumivek. Tyto hodnoty však nemůžeme použít libovolně, neboť jejich zapojením nastává zatěžování doteků. Vhodné vř odrušení i s hodnotami je na obr. 25. Aby byl šetřen také přerušovací dotek, musíme se snažit utlumit vznikající proudové špičky. Všeobecně se tak

děje kondensátory a odpory zapojenými paralelně ke každé polovině vinutí. Hodnoty těchto tlumicích odporů R_2 u nízkonapěťových vibrátorů se pohybují mezi 100 a 500 ohmy. Těmuž účelu slouží i odpor R_1 zapojený paralelně k pohánecí cívce o velikosti $20 \div 1\,000$ ohmů. Na straně spotřebiče se proti normálním napáječům dává před nabíjecí kondensátor ještě vř tlumivka L_2 a elektrolytické kondensátory se přemostují kondensátory až $0,1\ \mu\text{F}$ s pevným dielektrikem, neboť elektrolyty často nemívají pro vysoký kmitočet dostatečně malou impedanci.

Nyní, kdy jsme si zopakovali a vysvětlili potřebné theoretické záležitosti, pokusíme se jich prakticky využít a postavit skutečný autopřijímač. Tento návod ovšem bude sloužit zájemci pouze jako vodítko, neboť je možno utvořit mnoho různých kombinací odvislých jednak od daného místa ve voze i zálib zhotovovatele. Je možno i oddělit vř díl od nízkofrekvenčního s reproduktorem, ovšem nejdůležitější je, aby řídicí část se dala namontovat do kontrolní desky. Jedno pravidlo bude vždy platit. Pokud možno nejmenší rozměry a největší výkon.

Rozhodneme se tedy pro rozdělenou koncepci, a to přijímač s reproduktorem v jedné skříni a napáječ s vibrátorem ve druhé. Jak již bylo řečeno, u automobilového přijímače nesmíme příliš dbát na prvotřídní jakost reprodukce, neboť jsme značně omezeni jak ve velikosti reproduktoru, tak celé skříně. Použijeme tedy pro náš případ reproduktoru o průměru 12 cm, který namontujeme na přední stěnu skříně, takže zvuk bude moci bez překážek pronikat přímo k cestujícím posluchačům. A nyní si trochu zauvažujeme jako konstruktéři-radiotechnici. Řekli jsme si, že aparát má mít co největší citlivost. To značí, že musí mít vstupní předzesilovač. Mohli bychom sice zvolit též více mezifrekvenčních stupňů a jednoduchý vstup přímo na směšovací elektronku, tento způsob však není pro nás vhodný, neboť jednak hrozí při méně pečlivé a obratné montáži rozkmitání mezifrekvence, jednak zvyšujeme šum. Při použití vstupního předzesilovače museli bychom použít troji-

tého otočného ladicího kondensátoru. My však chceme mít přístroj s co možno nejmenšími rozměry. Je ikož trojitý kondensátor je značně rozměrný, sáhneme ke kompromisu a použijeme pouze duálu. To znamená, že budeme muset vstup směšovače zapojit aperiodicky. Je to sice určitá ztráta na citlivosti, ale bude to stále lepší, než bez vstupního zesilovače. Jaké budou vlnové rozsahy? Samozřejmě střední vlny, neboť zde se vyskytuje těžiště příjmu v každé době a každém kraji.

Od dlouhých vln upustíme automaticky, neboť přes den se zde prakticky nezachytí žádná stanice, a pokud by i některá šla, jsou poruchy vždy silnější. Použitím jednoho rozsahu by se náš přijímač stal velmi jednoduchým a tím i spolehlivějším, případně i lehčím a méně rozměrným. Uvědomíme si však, že právě přes den, kdy středovlnné stanice dobře nejdou, jsou to krátké vlny, kde je možno vždy zachytit více silných stanic s dobrou hudbou, která se nejlépe hodí jako doprovod k cestování. Rozhodneme se tedy raději k částečnému zkomplikování přístroje a připojíme též rozsah krátkých vln. Vzhledem k tomu, že na okraji pásma (20 m) je již velmi ne snadné ladění, které se zvláště ztíží ještě případným pohybem vozidla, zvolíme zkrácený rozsah, a to asi od 30—50 m. Tím celkem nic neztratíme, neboť stanice vysílající v pásmu 20 m a 25 m najdeme obvykle také na 40 m a 50 m, ale získáme tím pohodlnější ladění, vyhovující i při jízdě vozidla. Dva použité rozsahy znamenají ovšem přepínač. O jeho provedení se zmíníme dále. Po směšovači přichází mezifrekvenční zesilovač. V našem případě zvolíme jeden zesilovací stupeň, tedy jednu elektronku a dva mf filtry. Abychom zabránili vníkaní zrcadlových kmitočtů, zvolíme mezifrekvenční kmitočet v doporučené oblasti mezi 450÷480 kHz. A nyní si již musíme zvolit elektronky. Stavíme přístroj moderní a tudíž použijeme elektroněk miniaturních. Jsou to celoskleněné elektronky s vývodními kolíčky. V přijímačích naší výroby jsou sice ještě málo užívány, avšak televizor je jimi osazen a jejich jakost dosáhla již ustálených

mezí, takže nehrozí nebezpečí zvýšené poruchovosti.

Pro vstupní předzesilovač hodí se výborně elektronka 6H31. Je to poměrně strmá pentoda s možností řízení, která bezvadně pracuje v daných pásmech. Bohužel pro směšování nemáme jinou vhodnou elektronku než 6H31. Vzhledem k tomu, že se jedná o samostatnou heptodu, bylo by nejlépe nechat tuto elektronku pouze jako směšovač a oscilátor osadit zvláštní elektronkou. To by ovšem znamenalo zbytečné zvyšování počtu elektronek. Nezbyvá tedy než 6H31 donutit mimo funkce směšovací i k oscilátorovému kmitání. Pokud byla tato elektronka někde použita jako směšovač + oscilátor, byl většinou tento zapojen s laděným obvodem v první mřížce a zpětnou vazbou v katodě. V tomto zapojení se celkem nevyskytovaly potíže, až na to, že po částečném zestárnutí elektronky nechtěla kmitat na krátkých vlnách. Bylo proto použito poněkud jiného zapojení oscilátoru. O tom si však povíme při popisu celého zapojovacího plánu. Důležité je, že elektronka 6H31 nám takto zastane obě funkce, t. j. směšovač i oscilátor. Jako mezifrekvenční elektronka se hodí opět 6F31, která se tedy bude v přístroji vyskytovat dvakrát. Pro detekci a současně nízkofrekvenční předzesilovač byla vytvořena elektronka 6BC32, které samozřejmě použijeme a jako koncovou elektronku zapojíme 6L31. Původní koncepcí nízkofrekvenční části bylo použití dvou elektronek 6CC31, a to první jako nízkofrekvenční předzesilovač + katodový invertor a druhá jako protitaktní koncový stupeň. Toto zapojení by vynikalo značnou úsporou na odebíraném proudu, ale ovšem něco za něco; dodávaný nízkofrekvenční výkon se pohyboval kolem 0,6—0,7 W, což by sice stačilo pro pokojový poslech, ale pro automobil, kde se vyskytuje mnoho různých hluků, je to trochu málo. Vrátili jsme se tedy k obvyklému zapojení s 6BC32 a 6L31. Vezmeme si tedy zapojovací plán (obr. 1) a popíšeme si celé zapojení. Z anteny přichází zachycené vysokofrekvenční kmity na antenní cívky L_1 a L_3 , které jsou induktivně vázány

s mřížkovými cívkami L_2 a L_4 . Cívky L_3 a L_4 se dají prepínačem spojit na nakrátko, čímž je zapojen krátkovlnný rozsah. Cívky L_2 a L_4 jsou laděny jedním dílem dvojitého ladicího kondensátoru C_4 ; každá má svůj doladovací trimr k získání souběhu a k cívce L_2 je kromě toho připojen paralelně kondensátor C_2 . Tento kondensátor zkracuje krátkovlnný rozsah, jak o tom byla vpředu řeč, takže skutečný krátkovlnný rozsah je $5,85 \div 12,5$ MHz. Středovlnný rozsah pracuje od $510 \div 1620$ kHz. Ze vstupního laděného obvodu přichází napětí přes kondensátor C_5 na první mřížku vstupního předzesilovače. Katodový odpor pro zajištění minimálního předpětí i napájení stanicí mřížky jsou zcela obvyklé. Z anody vstupního předzesilovače nepřichází však zesílené napětí na laděný obvod, neboť tento byl, jak již řečeno, pro úsporu místa vynechán. Kdybychom v anodě nechali pouze odpor R_4 , který z důvodů napájení musí mít poměrně nízkou hodnotu, bylo by zesílení tohoto stupně skutečně malé. Tím bychom ovšem měli vstupní zesilovač pouze pro okrasu a mohli jsme jej rovnou vypustit. Použijeme-li však vhodného kompenzačního zapojení s tlumivkami, dosáhneme i tak slušného zisku.

V našem případě, při použití paralelní kompenzace s indukčností $135 \mu\text{H}$ a seriové s indukčností $20 \mu\text{H}$ bude zesílení ve středovlnném pásmu přibližně patnáctinásobné, v krátkovlnném pak čtyř až pětinasobné. Takové zesílení někdy nezískáme ani užitím laděného obvodu, takže je vidět, že se nám vstupní předzesilovač vyplatí. Seriová kompenzační tlumivka je pak tlumena odporem R_5 , aby i na krátkovlnném rozsahu bylo zesílení pokud možno rovnoměrné. Přes kondensátor C_6 přichází napětí na třetí mřížku elektronky 6H31, která je elektrodou řídicí. Katodový odpor R_7 a mřížkový svod R_8 se starají o nezávislé předpětí této elektronky. Zapojení oscilátoru je poněkud neobvyklé. Je zde pro tuto funkci použito jednak první mřížky, jednak stínících mřížek, které zde zastupují anodu oscilátoru. Mřížkový obvod je laděn druhou polovinou ladicího

duálu C_{16} a je tvořen cívkami L_5 , L_7 . Kromě trimrů pro nastavení souběhu je paralelně k cívce L_5 kondensátor C_{11} , jehož účelem je zkracovat krátkovlnný rozsah. Zkracovací, či paddingový kondensátor C_{14} je neproměnné hodnoty, vypočtené pro uvedené poměry. Krátké vlny tento kondensátor vůbec nepotřebují; zde stačí sladění ve dvou bodech, neboť rozdíly mezi vstupním a oscilátorovým kmitočtem jsou již značně malé. Zpětnou vazbu tvoří cívky L_6 a L_8 zapojené na stínící mřížky. Odpor R_9 se stará o správné napájecí napětí oscilátoru. Kondensátor C_{15} je zde zvláště důležitý. Při jeho vynechání oscilátor samozřejmě nekmitá. Cívky L_7 a L_8 se dají prepínači spojit do krátka, čímž je zapojen krátkovlnný rozsah.

Z anody směšovací elektronky vybíráme ze všech se zde vyskytujících kmitočtů naši mezifrekvenci, kterou jsme zvolili obvyklých 452 kHz. Přes mezifrekvenční filtr přichází mf energie na mřížku mezifrekvenčního zesilovacího stupně. Odpor R_{10} obstarává minimální základní předpětí a není blokován. Sníží se tím sice trochu zesílení, ale značně se zvýší stabilita. Pokud provedená montáž dovoluje, může se i zde zapojit kondensátor asi $20\,000\text{--}50\,000$ pF, čímž stoupne poněkud zesílení, ovšem ve větší míře též náchylnost k rozkmitávání. Napájení stínící mřížky je zcela běžné.

Z anody mezifrekvenčního zesilovací elektronky přichází zesílené mf napětí na druhý mezifrekvenční filtr. Z posledního mezifrekvenčního obvodu se dostávají mezifrekvenční signály na první diodu, kde jsou usměrňovány. Kondensátor C_{19} stará se o to, aby usměrněné nízkofrekvenční signály byly zbaveny vysokofrekvenční složky. Odpočtem R_{11} i potenciometrem R_{12} pak proěká pouze nízkofrekvenční složka a stejnosměrný diodový proud. Demodulované signály se dostávají přes odpor R_{14} na druhou diodu a na kondensátor C_{21} , který jejich střídavou složku svádí k zemi, takže na diodě zůstává jen jejich stejnosměrná část, úměrná síle demodulovaných signálů. Toto proměnné stejnosměrné napětí se zavádí na pracovní mřížku mezifrekvenční elektronky a

přes odpor R_1 na mřížku vstupního zesilovače. Obě tyto elektronky mají proměnnou strmost a změnou přiváděného předpětí se mění jejich zesílení. Druhá dioda způsobuje zpoždování tohoto řízení, aby přijímač při slabých vysílačích pracoval s plnou citlivostí. Pokud není přijímač naladěn na vysokofrekvenční signál, teče diodovými obvody velmi slabý proud, který vytváří na odporech R_{12} , R_{13} , R_{14} spádem malé záporné předpětí. Předpětí na druhé diodě je v důsledku zařazeného odporu R_{14} samozřejmě vyšší než předpětí na první diodě. Pokud velikost stejnosměrné složky přiváděných signálů není větší než toto předpětí, zůstává i základní předpětí řízených elektronek prakticky stále a řízení se vůbec neuplatňuje. Přestoupí-li naproti tomu velikost stejnosměrné složky demodulovaných signálů velikost předpětí, přestane téci obvodem druhé diody proud, zanikne i úbytek na odporech R_{12} , R_{13} , R_{14} a řídicí napětí z první diody se dostává na mřížky řízených elektronek.

Nízkofrekvenční napětí je z běžce potenciometru přiváděno přes kondensátor C_{20} na mřížku nízkofrekvenční předzesilovací elektronky. Předpětí pro tuto mřížku vzniká na vysokém mřížkovém odporu R_{15} . Napájení anody přes R_{16} je zcela obvyklé. Kdyby se snad někomu vyskytl brum vznikající v tomto stupni nedokonalou filtrací anodového napětí, je možno před odpor R_{16} zařadit ještě filtr anodového napětí z odporu asi $10\text{ k}\Omega$ a kondensátoru asi $0,5\text{ }\mu\text{F}$. Z anody této elektronky přichází zesílené nízkofrekvenční napětí na mřížku koncové elektronky přes kondensátor C_{22} . Předpětí je získáváno pomocí katodového odporu R_{18} a mřížkového svodu R_{17} . Katodový odpor je neblokovaný; vznikající negativní zpětná vazba snižuje skreslení a zvyšuje stabilitu. Z anody odchází již značný nízkofrekvenční výkon přes výstupní transformátor Tr_1 k reproduktoru. Běžec potenciometru je zablokován kondensátorem C_{18} , aby se do nf zesilovače nedostal zbytek vf energie, který by mohl způsobit rozkmitání zesilovače.

A nyní se dostáváme k napájeci. Ví-

me, že přístroj musí být schopen napájení z baterie vozu, tedy ze stejnosměrného zdroje o velikosti napětí 6 nebo 12 V. K tomuto účelu nám musí posloužit jedině vibrační měnič, jak bylo již uvedeno ve všeobecné části. Na našem trhu je k dosažení zatím jen jeden typ vibrátoru, a to je VIU 7/6 V. Jak již označení ukazuje, je pouze pro 6 V. Budeme tedy uvažovat zapojení pouze pro 6 V a teprve na konec si povíme, jaké zákroky bychom museli podniknout, kdybychom celý přístroj chtěli napájet přímo z 12V baterie. Jak bylo řečeno ve všeobecné části, je nutno stavbě napaječe věnovat velkou pozornost. Podle toho také vypadá použité zapojení. Přívod od akumulátoru je proveden dvoužilovým stíněným kabelem. Spínačem se zapojí jednak žhavení všech přijímačových elektronek, jednak se přivádí + napětí přes pojistku, tlumivku Tl_3 a průchodkový kondensátor C_{35} k vlastnímu vibrátoru. Záporný pól akumulátoru je jednak propojen s přístrojem a tedy žhavením a jednak opět přes podobný filtr z tlumivky Tl_5 a průchodkového kondensátoru C_{37} s vlastním vibrátorem. Kromě toho je +přívod baterie blokován na minus kondensátory, elektrolytem C_{39} a svítkovým kondensátorem C_{38} . Vlastní vibrátor je samosměrnovací, takže nemusí být užito zvláštní elektronky. Napětí je přivedené ke kotvičce měniče, odtud přes pohonný dotek a jeho cívkou k zemi. Průchodem proudu cívkou se přitáhne kotvička, tím se přeruší proud, kotvička odpadne, proud se opět zapojí a tak se měnič rozkmitá.

Kmitáním kotvičky se střídavě zavádí proud do doteků měniče 1 a 3 a prochází v rozdílném směru primárními cívkami transformátoru k zemi. Střídavým průchodem proudu primárními cívkami se indukuje střídavé vyšší napětí v sekundárním vinutí transformátoru. Druhá část měniče, která je s pohonnou částí mechanicky vázána, zavádí indukovaný proud ze sekundárních cívek synchronně přes doteky 4 a 6 a přes průchodkový kondensátor C_{36} a tlumivku Tl_4 na napájecí filtr tak, že dostává vždy kladný impuls. Záporný

pól zdroje vzniká na odbočce ve středu sekundárního vinutí a je propojen s minusem akumulátoru. Napájecí filtr je tvořen elektrolytickým kondensátorem C_{41} přemostěným svitkovým kondensátorem C_{40} . Z tohoto bodu je odebráno anodové napětí pro anodu koncové elektronky. Pro napájení ostatních elektronek je zapojen filtr z odporu R_{21} a elektrolytu C_{42} . Odpor R_{20} zmiňuje jiskření pohonného doteku měniče. Kondensátory C_{33} a C_{34} a odpor R_{19} zapojené paralelně k primárním dotekům snižují opotřebení doteků elektrickým obloukem; kondensátory C_{31} a C_{32} zapojené paralelně k sekundárnímu vinutí transformátoru upravují průběh proudové křivky.

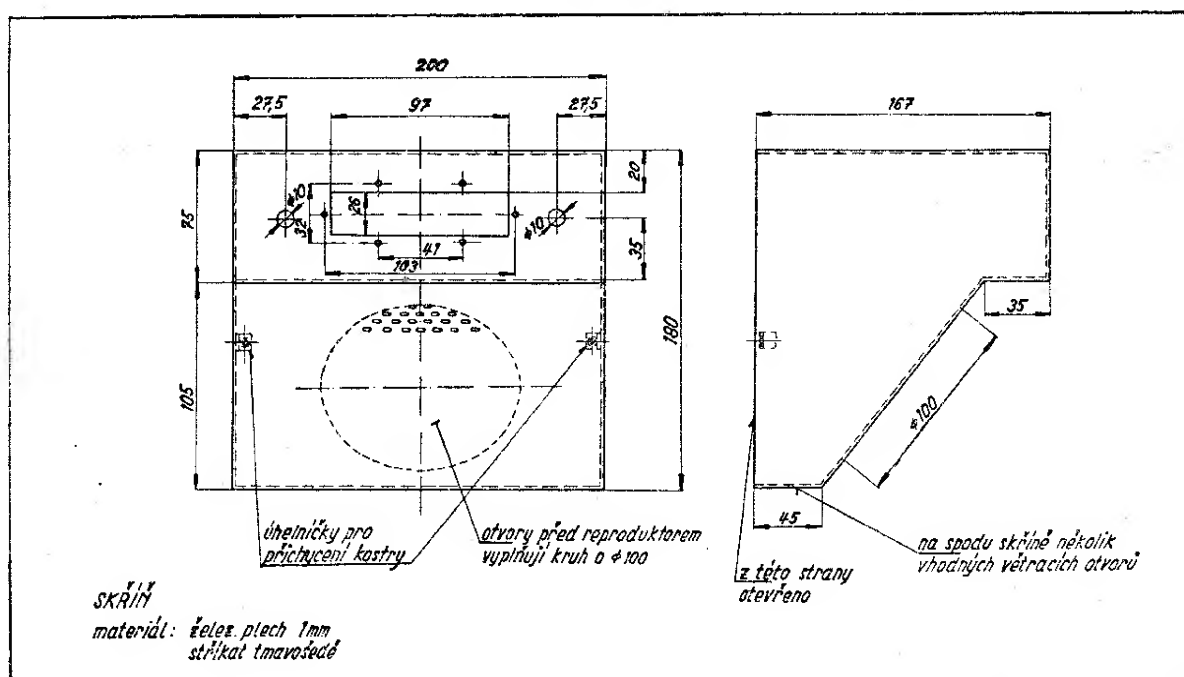
Všimneme si v zapojovacím plánu, že všechny součásti (kromě průchodkových kondensátorů a krytu vibrátoru) jsou odisolovány od kostry. Minus pól je veden zvlášť a pouze v jediném bodě je spojen se základní deskou a skřínkou. I toto má sloužit k zabránění vzniku nepříjemných rušení.

A ještě si povíme o možnosti napájení z akumulátoru 12 V. Zde se vyskytují dvě nepříjemnosti. Jednak žhavení elektronek a jednak sám vibrátor s transformátorem. U žhavení elektronek lze si pomoci tím, že rozdělíme elektronky na dvě skupiny, které budou mít alespoň

přibližně stejný odběr žhavicího proudu. Pro přesné nastavení použijeme odpor připojený paralelně k jedné skupině tak, aby obě pak měly spotřebu naprosto stejnou. Tyto dvě skupiny pak zapojíme do serie. Tak jsme upravili žhavení pro 12 V. Při tomto způsobu zapojení by se však mohlo stát, že by se snížila životnost žhavicího vlákna, neboť miniaturní elektronky nejsou přizpůsobeny přímo k seriovému žhavení. Transformátor pak upravíme tím, že místo jednoho primárního vinutí provedeme vinutí dvě, ovšem z tenčího drátu (v našem případě asi $\varnothing 0,9$ mm CuL). Pro 6 V jsou tato vinutí paralelně a pro 12 V v serii. Doteky vibrátoru mohou pracovat při 12 V za předpokladu, že cívka bude dostávat pouze 6 V. To značí předřadný odpor, neb lépe tlumivku. Hodnota se musí určit zkusmo. (Hodnota odporu se bude pohybovat asi mezi $10 \div 20 \Omega$, tlumivka by měla hodnotu okolo $20 \div 40$ mH.)

A konečně snad bychom se ani nemuseli zmiňovat, že přístroj můžeme použít i s napaječem síťovým, který bude dodávat potřebné žhavicí a anodové napětí. Můžeme pak přístroj použít i v chatě, za předpokladu, že ji máme elektrisovanou a přístroj z vozu snadno vyjimatelný.

A nyní, když je nám jasná elektrická



Obr. 26. Skříňka přijímače

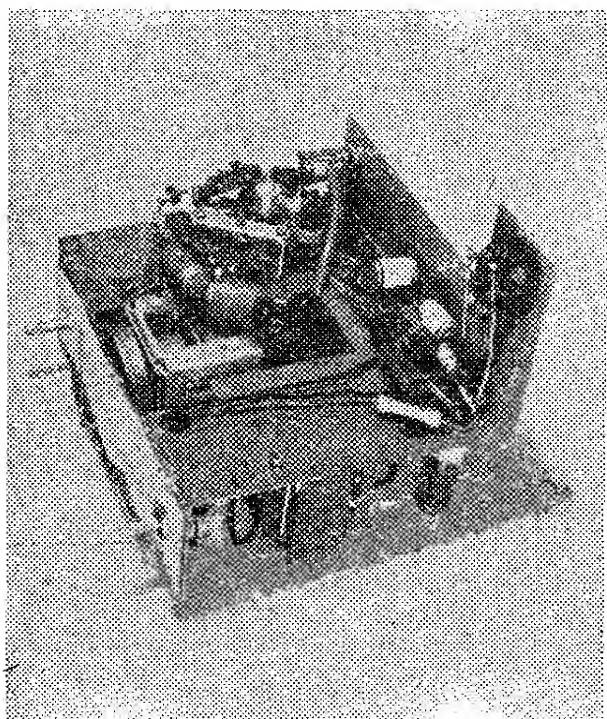
koncepce našeho autopřijímače, musíme se zase na chvíli stát konstruktéry-mechaniky, abychom všechny elektrické i neelektrické součásti mohli vhodně umístit. V úvodu jsme si již dva důležité prvky určili, a to reproduktor a ladící kondensátor. Použijeme tedy reproduktoru o průměru 12 cm, který umístíme na přední stranu přístroje, ale provedeme úpravu skřínky. Víme totiž, že na rozvodné desce je obvykle málo místa. Za ní i pod ní naopak ano. Uděláme tedy naši skříňku tvarově poněkud složitější. Jednak snížíme spotřebu místa na rozvodné desce proti řešení s reproduktorem přímo v čelní stěně a jednak bude reproduktor přece hovořit dopředu. Obr. 26, kde je skříňka nakreslena, říká jasně oč jde. Stěna s reproduktorem je poněkud odsunuta dozadu, takže v kontrolní desce bude třeba jen menší místo pro část se stupnicí a ovládacími knoflíky. Sešikmením stěny s reproduktorem kromě toho dosáhneme snížení celkové výšky. Tím jsme již rovněž určili, že přístroj s reproduktorem je v jedné a napaječ s vibrátorem v druhé skřínce. Navzájem jsou propojeny několikažilovým kabelem. Skříňka s přístrojem má zásuvku, skříňka napaječe pevný vývod se zástrčkou. Jako spojovací část bylo použito elektronkové patice a příslušné objímky typu osmikolíčkového (z elektronky UY1N). Důležitým požadavkem zůstávají co nejmenší rozměry. Miniaturní elektronky celkem tomuto požadavku vyhovují. Rovněž mezifrekvenční filtry jsou v krásném miniaturním provedení. Je to výrobek pardubického družstva Jiskra a dostanou se běžně v obchodech. Jelikož jsme si určili dva rozsahy, znamená to přepínání. Aby nebylo nutno přidávat další ovládací prvek, je přepínání svázáno s osou ladění.

Jako přepínače je použito jedno-segmentového přepínače TA v provedení 4 póly a 3 polohy, který je běžně v prodeji. Tento přepínač se však musí upravit. Úprava záleží v tom, že se odstraní přední deska s aretačním kotoučem. To, že nebudeme mít aretační kotouč, v našem případě nevadí, neboť budeme mít pouze dvě polohy jedno-

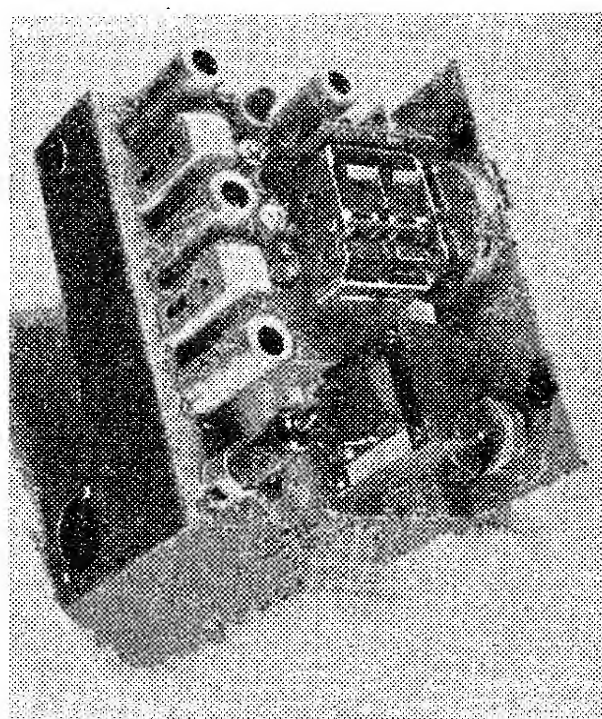
značně určené naším přepínacím zařízením a kotouč přepínače sám je značně „samosvorný“. Jako duálu použijeme kondensátoru, který sice není miniaturní, ale je při tom přesto nejmenší na našem trhu. Je to známý typ EK21524. Jako pohonného kotouče bylo použito bubnu o průměru 60 mm, který právě tak vyhoví, abychom zachovali malé rozměry. Tento kotouč dovoluje účinnou délku stupnice asi 95 mm, což je k našemu účelu zcela dostačující. Zmíněný bubínek je též běžně k dostání za 6 Kčs. Nakonec ještě jako větší část zbývá výstupní transformátor. Kdo si jej chce zhotovit sám, může použít ve všeobecné části uvedeného návodu, avšak rychlejší a pohodlnější bude jej rovněž zakoupit. Pozor, musí to být transformátor vhodný pro 6L31, pro tuto elektronku by transformátor na příklad pro EBL21 nevyhověl. Máme-li nyní všechny základní díly, pustíme se do konstrukce. Vzhledem k zvláštní skřínce bude i kostra zvláštního tvaru. Můžeme totiž s výhodou použít části kostry jako zadní stěny stupnice. Ve skřínce bude pak pouze výřez, který s vhodným rámečkem a štítkem z celonu bude působit velmi efektně. Na zadní stěně stupnice je namontována osa běžce a potřebné kladky. Při zachování zásady co nejmenších rozměrů (195 × 155) dostala kostra tvar jak ukazuje obr. 47. Prohlédneme-li výkres této kostry, vidíme uprostřed výřez. Tento je nutný, a to proto, abychom nenarazili nikde na reproduktor, až budeme přístroj zasouvat do skříně. Kromě toho je část materiálu z tohoto výřezu vyhnuta do svislé polohy a přijde na ni připevnit ladící kondensátor. Postupujeme-li od pravého předního rohu, vidíme nejdříve otvory pro připevnění ložiskového úhelníku. Proti tomuto je v přední stěně otvor pro ladící osu. Další otvor je pro uložení dvojramenné páky, pomocí níž je ovládán přepínač. Ladící osa má totiž na svém prodlouženém konci za ložiskovým úhelníkem našroubován kotouč, který zabírá do drážky zmíněné dvojramenné páky. Tímto jednoduchým zařízením získáváme, aniž by to nějak vadilo otáčení této osy a tím tedy i ladění,

možnost axiálního pohybu této osy a tento pohyb přenesený na dvojramennou páku ovládá pod kostrou pomocí táhla přepínač. Páka je zajištěna šroubem M3, zašroubovaným do svislé stěny nosiče ladicího kondensátoru. Za tímto mechanismem je otvor pro objímku 6H31. Vzadu, směrem doleva, je dále otvor pro I mezifrekvenční filtr, pro mezifrekvenční elektronku 6F31, pro II mezifrekvenční filtr, pro objímku 6BC32 a 6L31. Místo po levé straně je určeno pro výstupní transformátor. Otvory pro připevnění výstupního transformátoru, izolačních oček, cívkových destiček a pro upevnění přepínače nejsou zakresleny ani kótovány. Závisí na použitých součástech a každý si je podle potřeby doplní. Jako vodítko nejlépe poslouží obr. 27 a 28, pohled na kostru shora a zespodu. Nejlépe je vidět mechanika přepínače i náhonu běžce na obr. 29, a to na spodní straně kostry, kde je vidět namontování kotouče. Byly použity původní postranní držáky i příčná spojka. K vystředění a uložení osy přepínače byl do příčné spojky zhotoven závit M2 a příslušný šroubek s protimatkou tvoří ložisko. Kulatá osa pro převod pohybu na vlastní osu přepínače

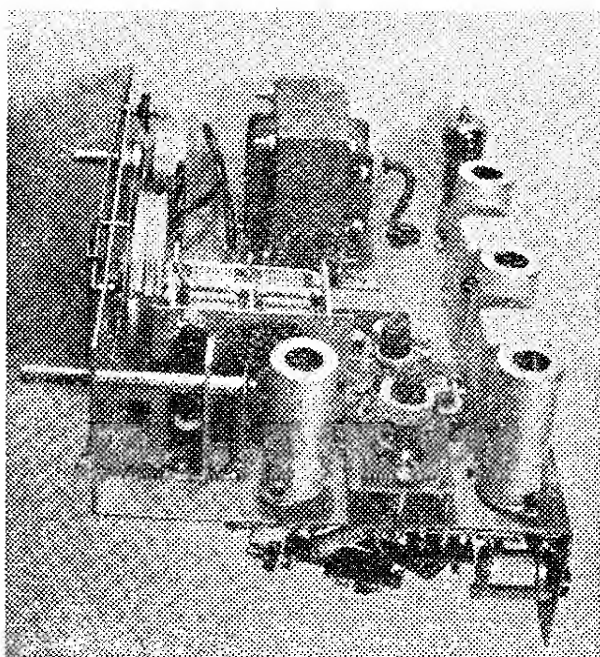
je upevněna mezi podložky a matky, zatím co osa přepínače byla do příslušné hloubky propilována. Vzhledem k tomu, že máme celkem malou možnost axiálního pohybu, je jasné, že kotouč přepínače, i když jsme pohonnou páčku zalomili, aby působila na menším průměru otáčení, nedosahuje obvyklého otočení o 30° . Jelikož nám se však jedná pouze o jedinou sepnutou polohu, ani toto nám nijak nevadí. Náhon kondensátoru posunem při přepínání trochu trpí. I tuto záležitost lze však vyřešit. Mezi přední stěnu kostry a ložiskový úhelník vložíme na osu trubku. V této trubce bude propilovaná příslušná drážka, zatím co v ose bude odpovídající kolíček. Při pohybu vpřed a vzad potřebném pro přepínání, popojíždí kolíček v drážce, aniž se nějak může pohybovat tímto směrem vnější trubička, na které je navinuto převodové lanko. Při otáčení je pak vnější trubička pomocí kolíčku unášena, takže nič nevadí ladění. Pro pohon běžce je použito pouze jednoho lanka. Vedení je následující: Pevné zakotvení v bubnu po vyvedení obejde jednou buben směrem proti ručičkám hodin (při pohledu na kostru zepředu), odtud na ladicí osu, kterou obchází dva-



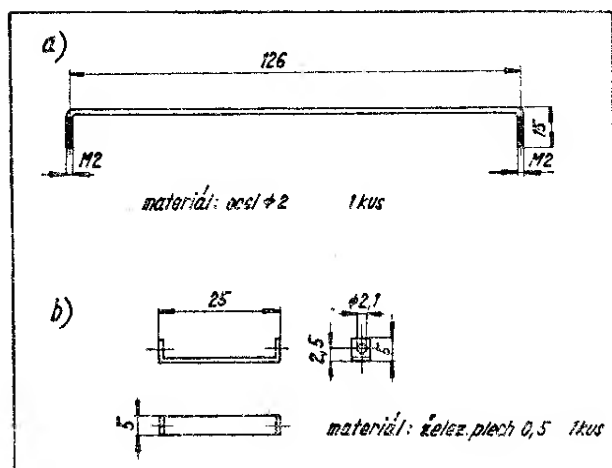
Obr. 27. Pohled na přijímač zespodu



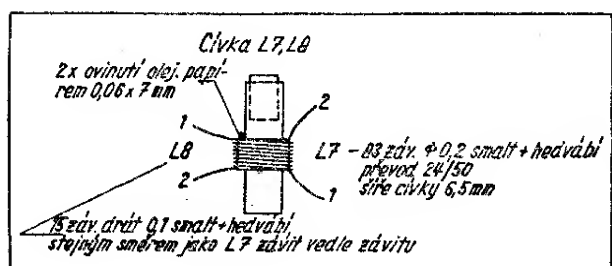
Obr. 28. Pohled na přijímač shora



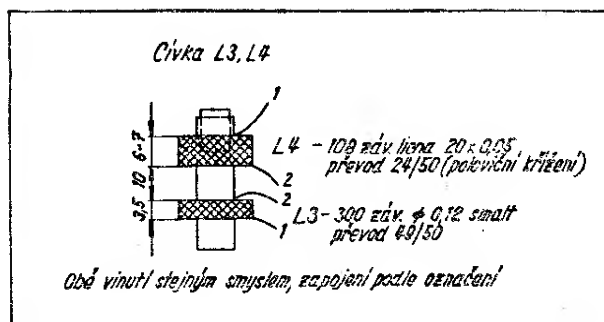
Obr. 29. Pohled na mechaniku přepínání a náhonu ukazatele



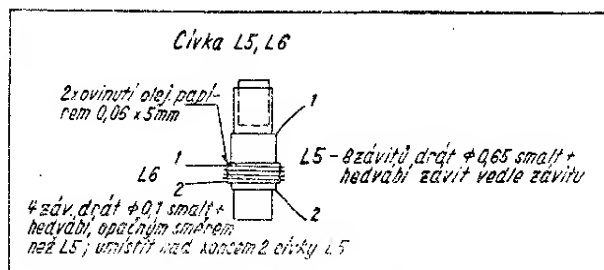
Obr. 30a. Osa běžce
Obr. 30b. Ložiskový třmen běžce



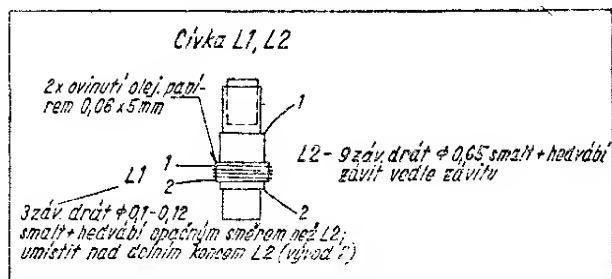
Obr. 31. Vstupní cívka krátkovlnná



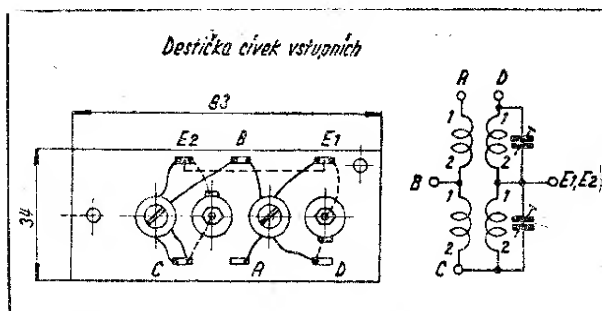
Obr. 32. Vstupní cívka středovlnná



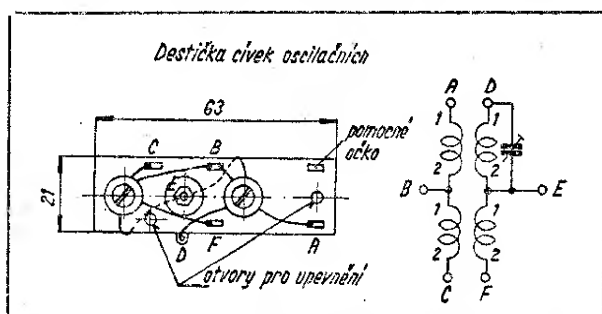
Obr. 33. Oscilační cívka krátkovlnná



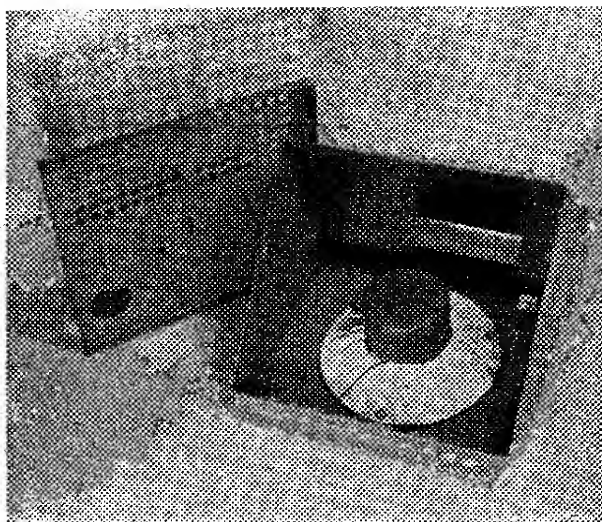
Obr. 34. Oscilační cívka středovlnná



Obr. 35. Destička se vstupními cívkami

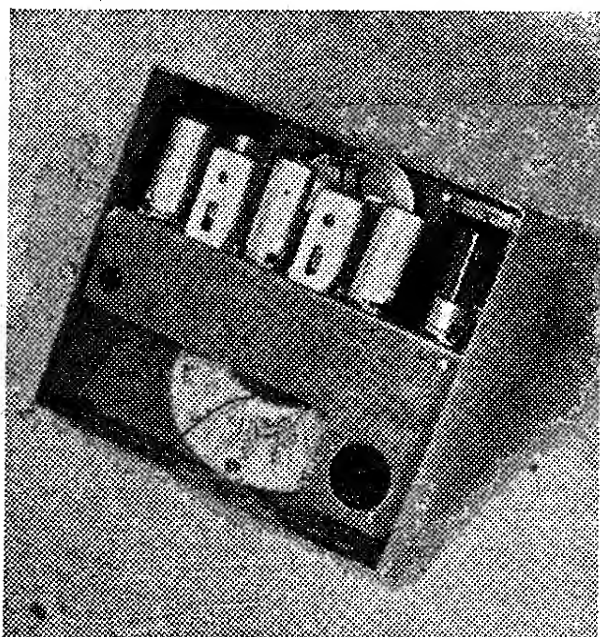


Obr. 36. Destička s oscilátorovými cívkami



Obr. 37. Skříňka s upevněným reproduktorem a víčkem

až třikrát, dále na kladku nad touto osou, na druhou kladku a z ní zpět na buben přímo bez obcházení na pérové upevnění. Ukazatel je drátový, přímo připájený na kovové lanko v přímé horní části. I o tomto problému nejlépe poučí obr. 27–29 a detaily obr. 30a, b. Uváděné obrázky rovněž poučí o rozmístění menších součástek, hlavně odporů a kondenzátorů. V některých místech, hlavně v okolí přepínače a prvních



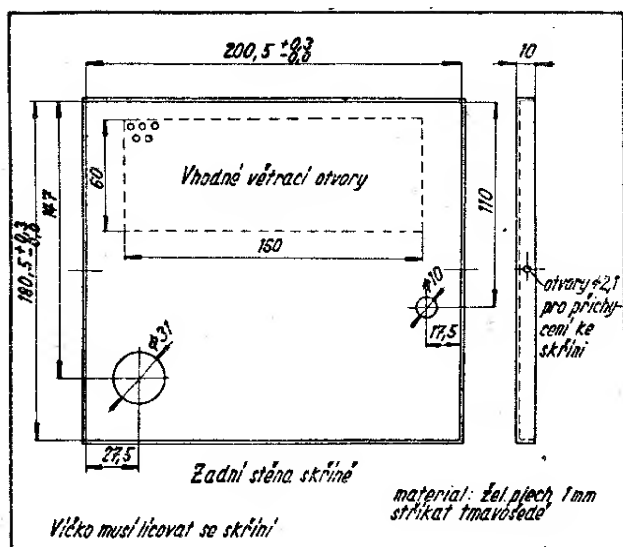
Obr. 38. Pohled na přijímač ve skřínce zezadu

dvou elektronek, je montáž značně stísněná. Chceme-li však zachovat malé rozměry, nelze jinak. Snad se i naši amatéři jednou dočkají skutečných miniaturních součástek. Potom si podobný přijímač postavíme ještě trochu jinak. A ještě jedna důležitá věc. Symetricky k ladicí ose je na levé straně přední stěny umístěn potenciometr pro řízení hlasitosti zvuku. Při pohledu na zmíněné obrázky všimneme si též cívkových destiček. Vstupní cívky včetně obou vzduchových trimrů jsou umístěny nahoře, oscilátorové cívky a krátkovlnný trimr na destičce a středovlnný trimr přímo na přepínači pod kostrou. Hodnoty cívek, jakož i provedení cívkových destiček nejlépe říkají obr. 31–36. Všechny cívky jsou vinuty na těliscích s jádrem o průměru 10 mm.

Kompensační tlumivky jsou vinuty na tělisku ze $\frac{1}{4}$ W odporu, a to Tl_1 (paralelní) 180 záv. a Tl_2 (seriová) 80 záv. oboje křížově. Tl_2 může se vinout rovnou na $\frac{1}{4}$ W odporu 5 k Ω .

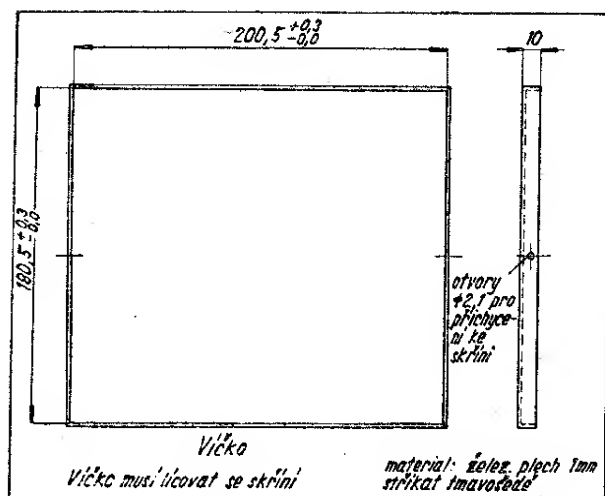
A nyní se obrátíme znovu ke skřínce. Její tvar i rozměry ukazuje obr. 26. Vidíte, že je skutečně velmi malá na to, že obsahuje kompletní pětielektronkový superhet. Reprodukter je přišroubován přímo k přední šikmé stěně, a to symetricky (obr. 37). Ve skřínce jsou otvory, aby mohl zvuk volně vycházet ven. Upevňovací úhelníčky pro kostru je nejlépe umístit tak, aby bylo možno do nich zachytit dolní okraj kostry. Pro větší bezpečnost doporučuje se zachytit ve skřínce kostru i v přední rovné části. Stačí 2 šroubky M2. Po nasazení a přichycení kostry (obr. 38) uzavře se skříňka příslušným víčkem obr. 39. Jeho zajištění postačí opět dvěma šroubky M2. Na spodní části je upevněn vypínač. Zatím co kostra i ostatní díly jsou celkem lehce zhotovitelné v dílně radioamatéra, klade skříňka větší nároky na znalost plechařské práce. Doporučujeme proto nechat si skříňku zhotovit raději u odborníka.

Jelikož náš přístroj sestává ze dvou částí, věnujeme nyní též pozornost napájecí části jako samostatnému mechanickému celku. Samozřejmě celá záležitost je mnohem jednodušší než vlastní

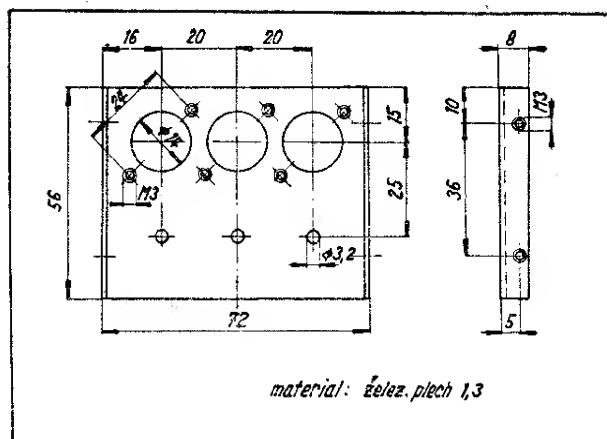


Obr. 39. Víčko ke skříni přijímače

radiopřijímač. Vlastní skříňka napaječe má, jak je vidět z obr. 45, čelní rozměry, shodné s rozměry přijímače, hloubka je však mnohem menší. Zatím co skříňka přijímače má větrací otvory, je skříňka napaječe úplně uzavřena. Snažíme se totiž, aby nikudy nemohly vycházet případné poruchy způsobené vibrátorem. Ke skřínce lze ještě říci, že je opět uzavírací pomocí víčka (obr. 40), které zajistíme dvěma šroubky M2, a že opět doporučujeme nechat si ji zhotovit. Vlastní kostra je na obr. 46. Je v ní namontována mezistěna (obr. 41). Tato mezistěna odděluje prostor přívodů od vlastního prostoru vibrátorového, opět k zamezení přenosu rušení. Na ní jsou



Obr. 40. Víčko ke skříni napaječe



Obr. 41. Mezistěna v kostře napaječe

upevněny tlumivky (obr. 42) i blokové průchodkové kondensátory. Na kostře jsou umístěny elektrolytické kondensátory, vibrátor a transformátor. Vývody jsou provedeny gumovými průchodkami. Pro vibrátor jsou v prodeji objímky za 1,- Kčs. Tato objímka musí být připevněna odpérovane, neboť tím se sníží vlastní šum a hluk vznikající resonancí se skřínkou.

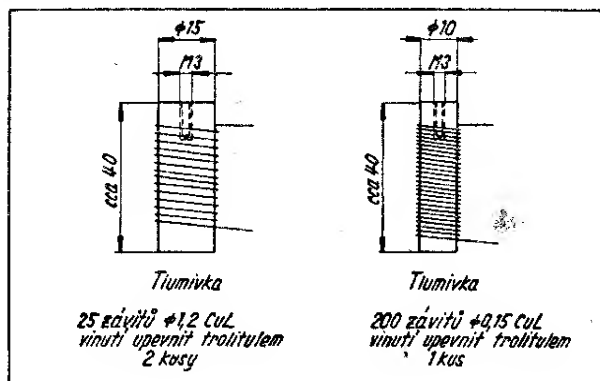
Transformátor pro vibrátor si musíme buď navinout sami, nebo dát zhotovit. Zde je předpis:

Průřez železa $7 \div 8 \text{ cm}^2$.

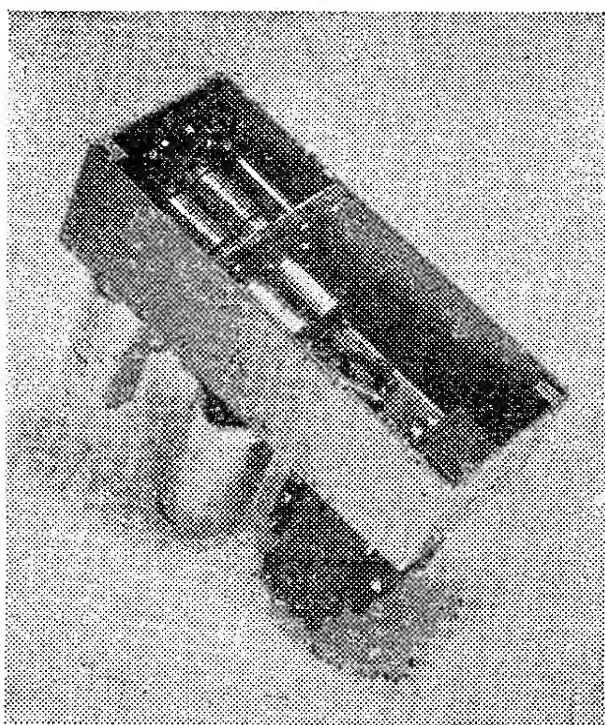
Primár 2×36 závitů o $\varnothing 1,2 \text{ mm CuL}$.

Sekundár 2×1760 závitů o $\varnothing 0,18 \text{ mm CuL}$.

Mezi primárním a sekundárním vinutím je vhodné vložit stínicí folii (pozor, nesmí tvořit uzavřený závit), která zabraňuje vníkaní poruch. Obě vinutí mají být pokud možno symetrická, je proto nejlepší použít cívku se střední



Obr. 42. Tlumivky napájecí části



Obr. 43. Pohled na uspořádání součástí napáječe zespodu

mezistěnou. Bude-li mít někdo k dispozici jádro o větším průřezu, může si celý transformátor přepočítat podle vpředu uvedeného návodu. A ještě jedno upozornění. Volte takové jádro, aby při uvedeném průřezu železa 7 až 8 cm² byla plocha cívky pro vinutí 4 ÷ 5 cm². Tolik plochy je potřeba. Některé řezy mají při daném průřezu velmi málo místa pro vinutí.

Po nasazení kostry a jejím přišroubování ke skříni, když jsme před tím průchodkami ve skřínce protáhli kabely, nasadíme opět víčko, které ke skřínce upevníme dvěma šroubky M2. Celkovou montáž a uspořádání zdroje nejlépe osvětlí obr. 43–44.

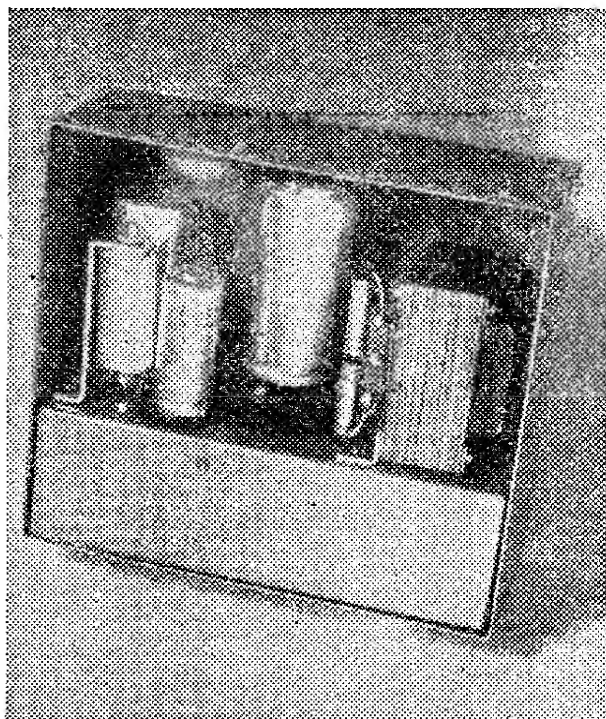
Ale nyní důležité upozornění. Víme, že stavíme přijímač pro automobil, to znamená, že přístroj bude vystaven značným otřesům. Je proto nutné veškeré šroubové spoje provádět s pérovými neb ozubenými podložkami, případně protímatkami, velmi pečlivě utahovat, a zajistit dobrým zakapávacím lakem. Odpory a kondensátory pečlivě spájet, a pokud možno s nejkratšími přívody; dlouhé totiž pérují a při otřesech se ula-

muji. Předpokládejme tedy, že jsme montáž provedli podle pokynů, použili předepsané součásti a že mechanika správně pracuje. Zbývá nám tedy poslední úkon, avšak co se účelu týče, ten nejdůležitější. To jest uvést celý přístroj do chodu.

Začneme samozřejmě napájecí částí. Provedeme nejprve mechanickou kontrolu co se týče pevnosti všech spojů i co do jejich správnosti podle základního zapojení.

Presvědčíme se, zda jsou správně pólované elektrolyty, a mají-li správné hodnoty. Po mechanické kontrole provedeme zkoušku pomocí ohmmetru, nemáme-li v některém obvodu zkrat. Hlavně pozor, aby nám nevznikl zkrat na přívodu od baterie před pojistkou.

Víte dobře, co umí zkrat na akumulátoru. Vodiče o průřezu několika mm² během několika vteřin tají. Doporučujeme tedy raději celý přijímač zapojovat ještě přes jednu pojistku, nalézající se těsně u akumulátoru. Rovněž tak zkrat v primárním vedení vibrátoru je velmi nebezpečný, neboť hrozí bezprostřední zničení doteků. Jsme-li si nyní jisti, že zapojení je v pořádku, zasadíme



Obr. 44. Uspořádání součástí napáječe shora

vibrátor a zapojíme přívod na akumulátor. Za předpokladu, že jsme kabel nepřipojili k přijimači, nesmí se ještě nic dít, až teprve propojením příslušných kolíčků, plusu akumulátoru na pojistku – musí se vibrátor rozběhnout. Nyní již musíme voltmetrem naměřit na obou plusových kolíčkách proti kolíčku minusovému napětí, a to vzhledem k nezatíženému stavu na obou kolíčkách stejně, asi 250 V stejnosměrných. Jestliže se nic dále neděje, transformátor se nadměrně nezahřívá, můžeme napájecí část zamontovat a skříňku uzavřít.

Přistoupíme k samotnému přijimači. Jako prve i zde provedeme nejdříve mechanickou kontrolu. Zde to bude trochu složitější, neboť se zde vyskytuje hodně mechaniky a více elektrických součástí. Přesvědčíme se jak o správnosti zapojení a tak i o správné velikosti hodnot. Po této kontrole provedeme opět zkoušku ohmmetrem, není-li někde nežádoucí zkrat. Hlavně se věnujeme přívodům, nesoucím kladné napětí. Kdyby někde hrozilo nebezpečí zkratu za provozu při otřesech, nelitujte součást odpájet a celou ukrýt v isolační trubičce, nebo přidat nový isolační pomocný držák pro bezpečnost. Je-li vše v pořádku, zapojíme kolíčkovou zástrčku (kde jsme již odstranili prve zapojenou spoj) do zásuvky přijimače. Zapnutím vypínače rozběhne se iednak vibrátor a iednak je do všech objímek elektronek přivedeno též žhavicí napětí. Nyní se o tomto faktu přesvědčíme voltmetrem; rovněž zkontrolujeme, zda je na všech příslušných elektrodách kladné napětí. Je-li tomu tak, zasuneme elektrony na svá místa. Před tím jsme ještě provedli provizorní spojení kmitačky reproduktoru se sekundárem výstupního transformátoru. Je-li vše správně zapojeno, musí se při doteku na vývod běžce potenciometru ozvat známé bručení, hlásící, že nízkofrekvenční část je živá a v pořádku. Za dalšího předpokladu absolutní správnosti zapojení musí se po připojení anteny (2 m drátu) a vhodném natočení ladicího kondensátoru ozvat slabě alespoň místní vysílač. Je-li tomu tak, značí to, že jsme skutečně pracovali pečlivě a zbývá nám pouze provést sladění a ocej-

chování stupnice. Stupnici zhotovíme nejlépe na kladívkovém papíru, který nalepíme na přední stěnu kostry. Stupnici bude tvořit jediná linka, z níž půjdou značky kmitočtů, dolů pro vlny střední, nahoru pro vlny krátké. Jak stupnici ocejchujeme, řekneme si za chvilku. Radioamatér, který se také zabývá fotografií, může si stupnici vykreslit ve zvětšeném měřítku a tuto pak fotografickou cestou na příslušný rozměr zmenšit. Zde je možno čísla, značící hodnoty kmitočtů, provést pečlivě šablounkou, takže po zmenšení bude tato stupnice dokonalá.

Nejdříve však provedeme sladění mezifrekvenčních filtrů. K tomu účelu připojíme na sekundár výstupního transformátoru střídavý voltmetr o rozsahu $0,1 \div 1$ V. Aby nás při sladování případně nerušilo automatické vyrovňování citlivosti, odpojíme jeho funkci tím, že kondensátor M1 ve vedení AVC přemostíme. Dalším předpokladem k této práci je cejchovaný generátor potřebných kmitočtů, modulovaný vhodným tónem (bývá 400 nebo 1 000 Hz) s říditelným výstupním napětím. Většina radioamatérů takový přístroj jistě vlastní, ať již zakoupený, nebo vlastní výroby, eventuálně je možno si přístroj sladit v dílně Ústředního radioklubu Praha 2, Smečkov 22, případně v dílně některého krajského radioklubu. Nařídíme si kmitočet 452 kHz a výstup přes malý kondensátorek (asi 50 pF) zapojíme na třetí mřížku směšovací elektronky. Otáčením jader cívek mezifrekvenčních filtrů snažíme se dosáhnout maximální výchylky na měřicím přístroji zapojeném na výstupu. Při tom slyšíme též tón z reproduktoru. Nařídíme-li maximální výstupní napětí z generátoru, skoro vždy uslyšíme tón, podle kterého ze začátku provádíme sladování. S přibývajícím napětím na výstupu ubíráme vstupního napětí, a to tak, aby se výstupní napětí pohybovalo v rozmezí $0,5 \div 1$ V. Vyšší napětí znamená již přetěžování některých stupňů, což se nepříjemně projeví při sladování. Podařilo-li se takto správně mezifrekvenci sladit, zakapeme jádra dobrým zajišťovacím voskem, aby se při provozu nepovolila. Kdyby se nám ne-

podařilo ani přes maximální vstupní napětí na g_3 směšovače uslyšet tón, a za předpokladu, že montáž je správně provedena a součástky i elektronka 6F31 v pořádku, zapojíme výstup generátoru na první mřížku mezifrekvenční elektronky. Pak sladíme nejdříve druhý mezifrekvenční filtr stejným postupem jako prve a teprve potom přejdeme na směšovač, abychom sladili i první filtr.

A nyní přicházíme k omezení rozsahu a oceňování naší stupnice. Přepneme na příjem krátkých vln (to je ladicí knoflík povytažen), vytočíme ladicí kondensátor na minimální kapacitu a v místech, kde se nalézá běžec, uděláme značku. Zde bude krátký konec rozsahu, to je 12,5 MHz. Na tento kmitočet si naladíme též pomocný generátor, jehož výstup však nyní zapojíme do anteny. Před touto operací však musíme provést některé pomocné zákroky, které jednak naši práci zpřesní a usnadní. V prvé řadě musíme z funkce vyřadit oscilátor. Stane se tak nejlépe blokováním stínících mřížek kondensátorem 10 000 pF k zemi. Kladné napětí totiž v tomto případě nemůžeme odpojit, neboť by elektronka přestala pracovat. Kromě toho anodu heptody připojíme přes kondensátor asi 100 pF na detekční diodu. Je to proto, abychom dostali snadno náš signál na demodulátor a nízkofrekvenční stupeň. Máme-li tedy generátor naladěný na oněch 12,5 MHz a úplně vytočený ladicí kondensátor, snažíme se získat maximální výchylku na měřicím přístroji pomocí trimru příslušného vstupní krátkovlnné cívice. Pak ladicí kondensátor uzavřeme. Uděláme si značku, kterou označíme 5,85 MHz. Tentýž kmitočet naladíme na generátoru a maximální výchylku na přístroji získáme laděním jádrem krátkovlnné vstupní cívky. Nyní se vrátíme na začátek rozsahu, kde musíme provést korekci maxima opět trimrem. Změna však bude menší. Znovu přejdeme na konec rozsahu, kde doladíme opět jádrem. Toto přeuřádění provádíme tak dlouho, až již nebude třeba korekcí ani trimrem ani jádrem. Nyní nařídíme náš signální generátor na kmitočet 6,5 MHz a laděním přijímače najdeme maximální

výchylku měřidla. Zde si uděláme značku. Kromě tohoto bodu najedeme generátorem na další kmitočet, a to 11 MHz. Uděláme si opět značku. To budou naše sladovací body pro získání souběhu s oscilátorem. Nyní přepneme na střední vlny (ladicí osa zatlačena) a provedeme stejným způsobem omezení rozsahu. Tentokrát však kmitočet při otevřeném ladicím kondensátoru bude 1 620 kHz a při zavřeném 510 kHz. Manipulace s trimrem i jádrem bude stejná jako prve, ovšem s tím rozdílem, že nyní pracujeme s cívkou a trimrem středovlnného vstupu. I na tomto rozsahu si určíme sladovací body. Budou to 550 a 1 500 kHz, které si na stupnici pečlivě poznamenejeme. Tím jsme skončili naladění vstupu. Jádra cívek zakapeme dobrým voskem a trimry nejraději zakapávacím lakem, neboť na vstup již nedeme sahat. Nyní zrušíme spoj s anody hexody na demodulátor a vyřadíme kondensátor, který zabráňoval oscilátoru v kmitání. Přístroj běží tedy zcela normálně a nám zbývá pouze získat souběh oscilátoru se vstupem. Počneme opět krátkými vlnami. Naladíme přijímač přesně na označenou polohu 11 MHz a pomocný generátor nařídíme rovněž na tento kmitočet. Otáčením trimrem příslušným krátkovlnné oscilační cívice snažíme se dosáhnout maximální výchylky měřicího přístroje. Naladěním přístroje i generátoru na kmitočet 6,5 MHz přešli jsme k druhému sladovacímu bodu, kde musíme dosáhnout maxima na výstupním měřicí jádrem krátkovlnné oscilační cívkou. Poté se vrátíme opět ke kmitočtu 11 MHz, kde provedeme korekci maxima opět trimrem a přejdeme znovu na 6,5 MHz, kde popravíme maximum opět jádrem. Toto přecházení provádíme tak dlouho, dokud je třeba provádět korekce. Po sladění krátkých vln přejdeme na středovlnný rozsah; postup je naprosto stejný. Ovšem zde přicházejí v úvahu sladovací body 1 500 kHz, kde se doladuje trimrem a 550 kHz, kde se doladuje jádrem středovlnné cívky oscilátoru. Po provedeném sladění opět pečlivě zajistíme jádro, i trimr. Tím je celé sladění provedeno. Nyní si hustěji oceňujeme

stupnici. Bude to pravděpodobně na krátkovlnném rozsahu po 0,5 MHz a na středovlnném po 100 kHz. Nařídíme na pomocném generátoru žádaný kmitočet a laděním přijímače najdeme maximum na výstupním měřiči. Zde si uděláme značku a připišeme hodnotu. Nyní je již přijímač připraven k provozu. Odpojíme ještě zkrat na AVC a můžeme přístroj – rozhodně ve vypnutém stavu – vsunout do skřínky, upevnit a skřínku zavíčkovat. Pak znovu připojíme kabel od napáječe, antenu a můžeme začít zkoušet přijímat. Má-li někdo generátor s přesně cejchovaným výstupním děličem, může si změřit i citlivost přijímače. Je to takové vstupní napětí na anteně, aby výstupní měřič ukazoval právě 0,5 V. U popisovaného přístroje bude lepší než 60 μV na krátkých a 30 μV na středních vlnách.

V závěru popisu chceme jen podotknout, že popisovaný přístroj si nečiní nárok na doslovné kopírování. To ani není žádoucí. Naopak každý zhotovovatel jistě použije svoje nové nápady, změní si materiál, případně i součástky podle svých možností i obsahu svých skladů. Popis uvádí jen jednu z mnoha možností provedení a má být pouze – a to hlavně všeobecná část – statě o výstupním transformátoru a o napáječích s vibrátory – pomocníkem při vaší vlastní práci.

U přístroje nebyl úmyslně popisován způsob přichycení a namontování ve voze. Je to věc skutečně naprosto individuální a každý zhotovovatel si jistě upraví na skřínkách vhodné držáky, či zhotoví stahovací třmeny, kterými bude přístroj uchycen. Rovněž vnější úprava, to jest rámeček stupnice, knoflíky a jiné detaily nebyly popsány, neboť i to je hlavně věc vkusu. Pokud by někdo chtěl použít podobného provedení jako náš model, řeknou vám vše obrázky.

I když náš superhet je nyní na nejlepší cestě stát se pevnou součástí našeho vozu, nemáme ještě vyhráno. Snažili jsme se sice při konstrukci a montáži o co nejlepší odrušení, takže žádné poruchy nemohou z vibrátoru nalézt cestu k přijímači, avšak lehce se přesvědčíte, že neučiníte-li další opatření, nebude po-

slech rozhlasu ve voze žádným potěšením.

Přístroj ve voze je totiž zasazen přímo v ohnisku mnoha rozmanitých rušení, pocházejících z elektrického zařízení vozu. Toto zařízení není však pouze úplná vozová elektrárna, nýbrž tato napájí různé spotřebiče, které se citelně snaží hladinu rušení dále zvyšovat. Všude tam, kde pracují nějaké doteky (tedy i na kolektorech) nebo nastává elektrický výboj, vzniká rušivý vysílač. A rušivý kmitočet není jen závislý na množství přerušení, nýbrž více na mnoha vznikajících harmonických kmitočtech, které silně ovlivňují přijímač. Toto rušení bude se s různou amplitudou vyskytovat v celém přijímaném vlnovém pásmu. Zvláště v krátkovlnném pásmu jsou velmi nepříjemné poruchy způsobované zapalováním, jež se dají velmi těžko odstraňovat. Středovlnné pásmo se naopak moderními způsoby odrušení dá poruch úplně zbavit.

Elektrické zařízení vozu je dnes úplně normalisováno. Všechny svorky a kabely jsou v zapojovacím plánu očíslovány, takže každé vedení a jeho svorky mohou být lehce nalezeny a označeny. Jelikož kostra vozu vždy slouží jako zpětný vodič, musí být i tato počítána k elektrické síti.

Jasně můžeme na vozidle rozlišovat mezi nízkou – a vysokonapěťovou sítí. Akumulátor, dynamo, spouštěč, stěrač a osvětlení mají napětí 6 nebo 12 V; přes zapalovací cívku, přerušovač a rozdělovač jsou napájeny svíčky vysokým napětím. Rušivá napětí se však z místa vzniku velmi málo šíří přímým vyzářením. Největší díl však probíhá podle přívodů a odtud přes nízkonapěťovou stranu ruší příjem.

Odrušovací prostředky

Jako odrušovací prostředky slouží na nízkonapěťové straně hlavně kondensátory, které způsobují zkrat vysokofrekvenčním rušivým napětím. Na straně vysokého napětí se naproti tomu užívají tlumicí odpory. Odstínění vodičů se provádí jen ve zvlášť tvrdošijných případech. Provedení odrušovacích prostředků se přizpůsobilo použití ve voze.

Tlumicí odpory se zhotovují již ve tvaru přívodních koncovek nebo pevných průchodků. Odrušovací kondensátor má pouze jeden vývod, zatím co druhý je spojen s kovovým obalem.

Praktické provedení odrušení

V prvé řadě musí být odrušeno dynamo s regulátorem a motory, jako na příklad stěrač atd. Pro odrušení dynamu doporučuje se na živé přívody připojit kondensátory $3\ \mu\text{F}$ a $0,5\ \mu\text{F}$. Kondensátory se připojí pomocí pásky na velmi dobře očištěný povrch dynamu pod vhodné šrouby. Při dynamech, která mají regulátor oddělen, je nutné použít mezi dynamem a regulátorem dobře stíněné vodiče. Motor stěrače přemostí se také kondensátorem, jehož hodnota je asi $0,5 \div 3\ \mu\text{F}$. Odrušení spouštěče můžeme vynechat, neboť případné rušení není trvalého rázu. Aby byly zkratovány poruchy vznikající přes zapalovací cívku na nízkonapěťovou stranu, je také nízkonapěťová strana zapalovací cívky přemostěna kondensátorem rovněž $0,5$ až $3\ \mu\text{F}$. Přerušovač je již z továrny opatřen přemostovacím kondensátorem z důvodů snížení jiskření a tím opalování dotyků. Do přívodu od zapalovací cívky k rozdělovači nutno zapojit tlumicí odpor asi $10\ \text{k}\Omega$ v podobě průchodky. Rovněž všechny zapalovací svíčky opatříme tlumicími odpory asi $10\ \text{k}\Omega$ v podobě svíčkových koncovek. Snažíme se pokud možno oddálit od sebe co nejdále vodiče s nízkým a vysokým napětím. Mnohdy je též nutné stínit nízkonapěťový přívod k zapalovací cívce. Je-li však použito stíněných vodičů, musí tyto být každých 50 cm velmi dobře spojeny s kastrovou vozů. Zvláštní péče musí být věnována řádnému propojení všech částí kostry vozů. V obchodech jsou k dostání pásy z měděných licen (asi 2 cm široké), které v případě vadných spojů použijeme. Nesmí se to-

tiž nikde v elektrické výzbroji vozů vyskytovat nedokonalé, přerušující se nebo jiskřící spoje.

Další rušení, které se může projevit hlavně při suchém počasí, jsou elektrické náboje pneumatik, vznikající třením o silnici. Nastává při tom periodické vybíjení proti kostře, které se jeví jako rušivé praskoty. Odstranění je jednoduché. Jelikož mohou rušit pouze nehnatá kola (mohou být od kostry izolována olejovým neb vaserinovým filmem), zapojí se vhodné pero s dotekovým svorníkem, který kolo trvale spojuje s kastrovou.

Značné zmírnění rušivých vlivů přináší vhodná antena. Tyčová antena je nejméně citlivá na vnitřní zdroje poruch, avšak i tuto je dobře namontovat na voze tak, aby byla pokud možno co nejdále od zapalovacího zařízení.

Provedení odrušení nejlépe posoudíme malou zkouškou. Nejlépe na rovné, volné silnici zapneme přijímač a regulátor hlasitosti vytočíme naplno, přičemž přístroj není naladěn na žádné stanici. Jestliže je slyšet rušení, zjistí se ohnisko rušení zcela systematicky.

Poruchy od zapalování musí zmizet při vypnutí zapalování rázem.

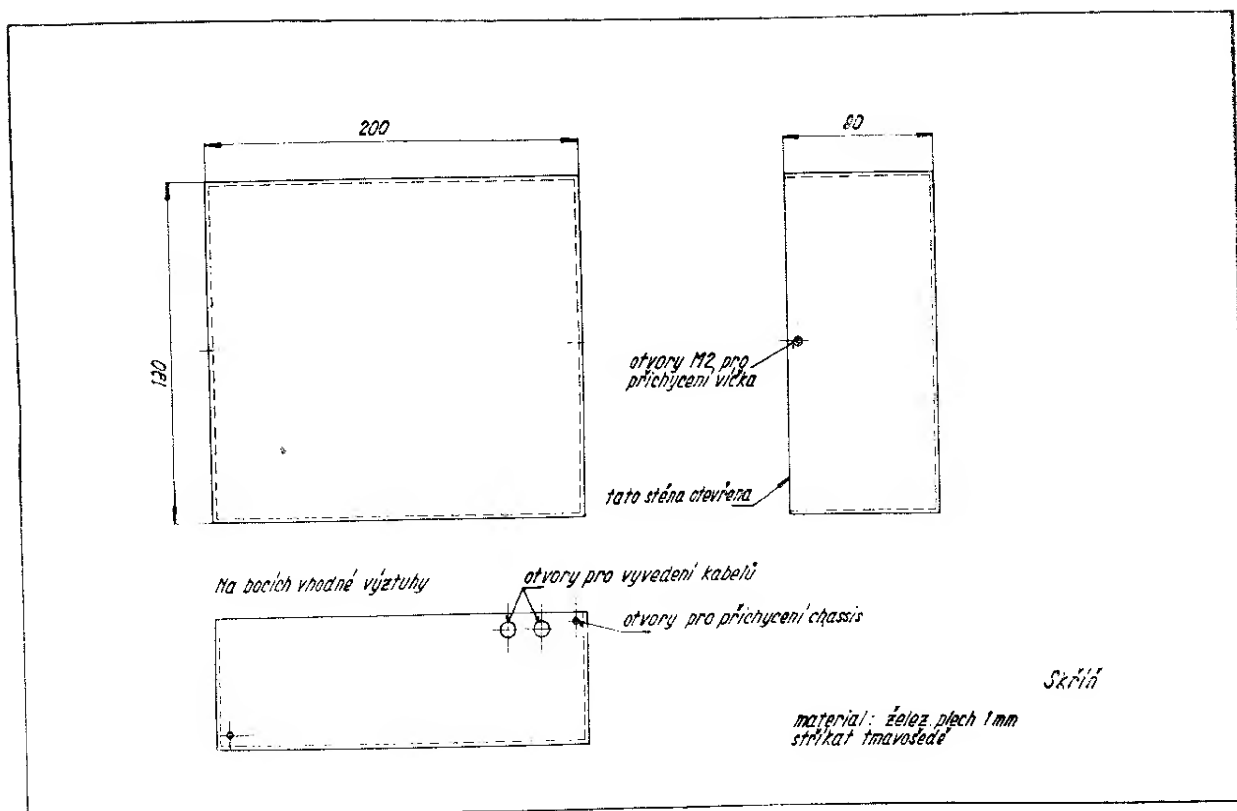
Dynamo. Poruchy od dynamu, je-li vypnuto zapalování, musí zmizet, vypneme-li motor (spojkou) a vůz běží setrvačností, nebo odpojíme-li poháněcí řemen dynamu.

Ostatní rušící zdroje (motory) zjistíme snadno vypínáním a zapínáním příslušných přístrojů.

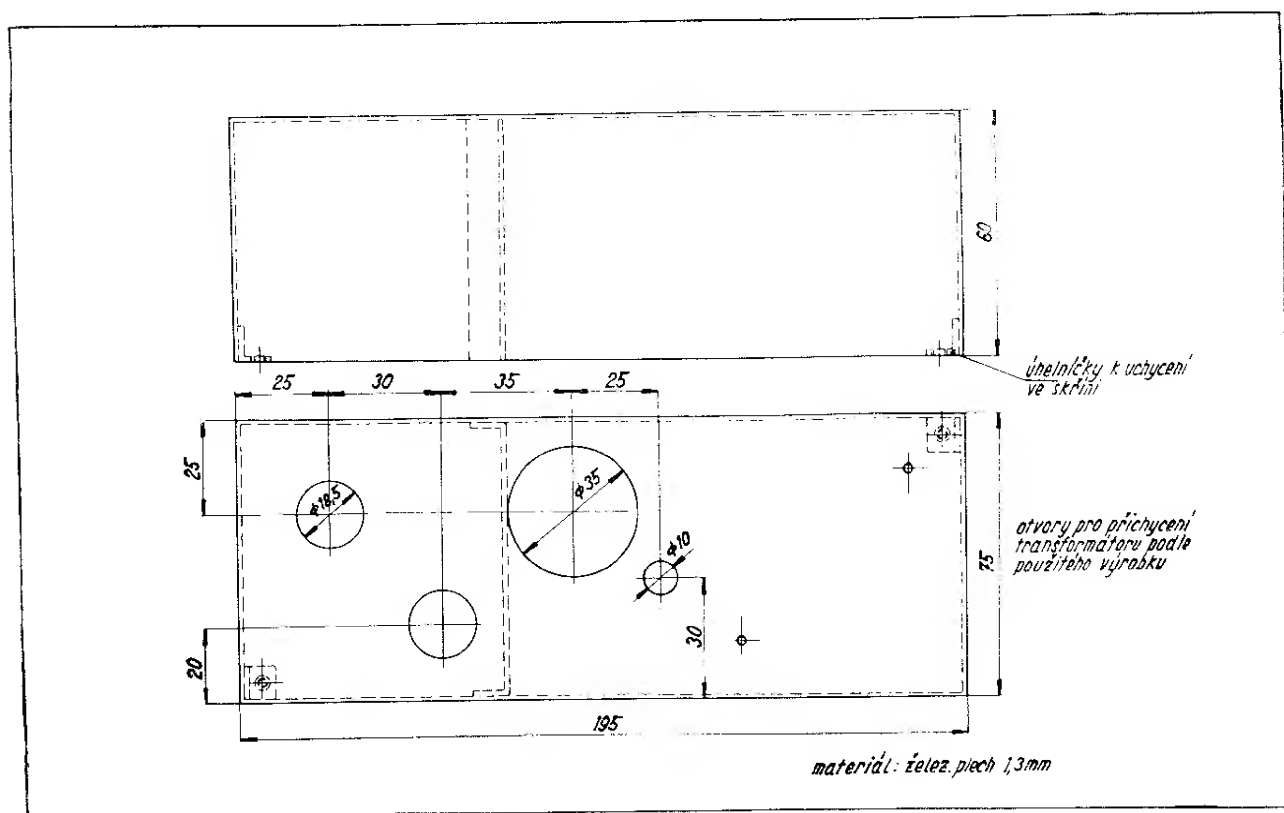
Elektrostatické rušení – pneumatikami zjistí se při volně běžícím voze s vypnutým motorem. Zmizí při použití nožní brzdy.

Jestliže v některých případech je ještě slyšet rušení, pak se musí odrušení provést důkladněji. Rovněž je nutné přezkoušet antenu, její připevnění a přívod k přijímači.

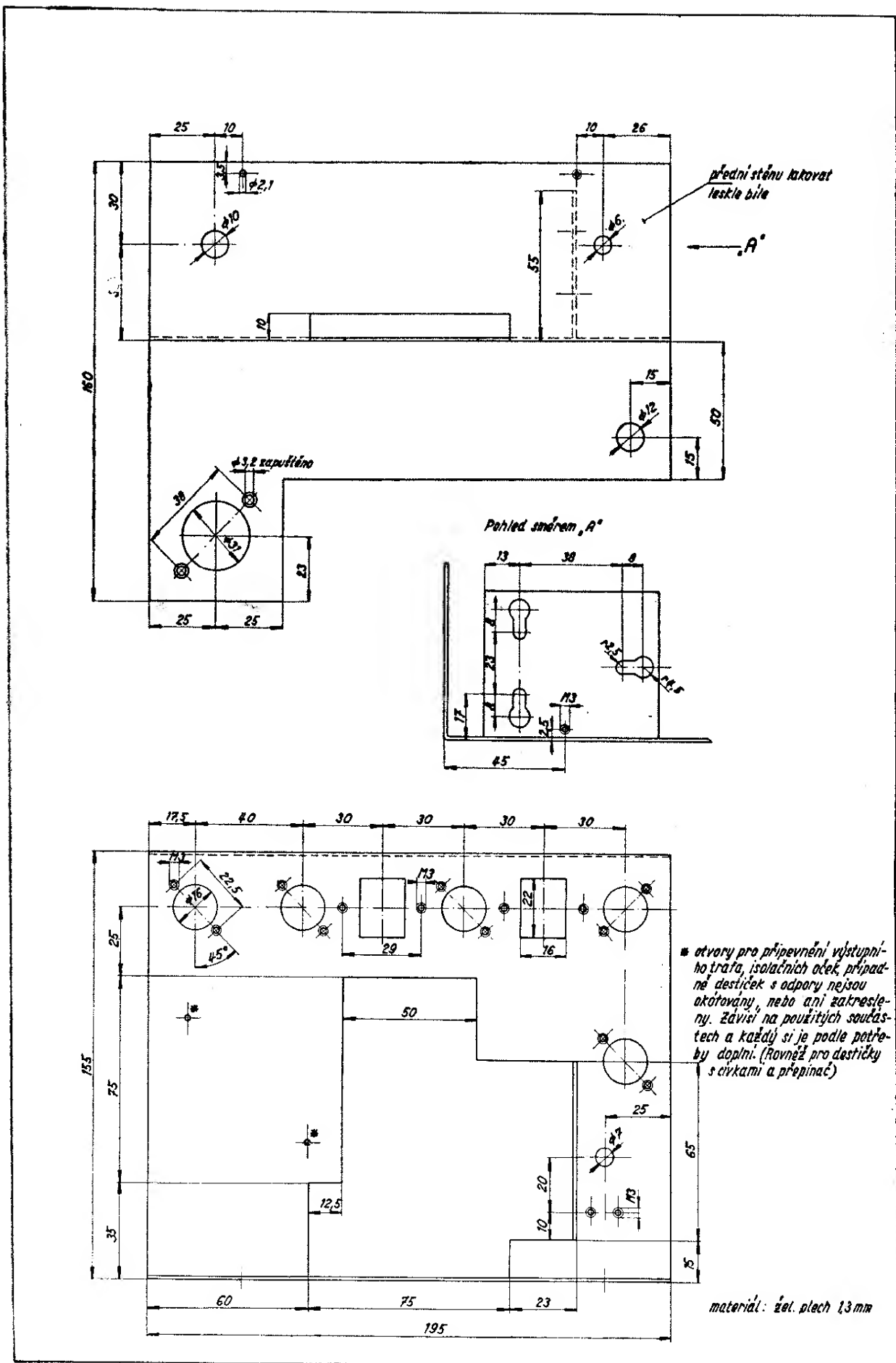
RADIOVÝ KONSTRUKTÉR SVAZARMU, návody a plány Amatérského radia. Vydává Svaz pro spolupráci s armádou v NAŠEM VOJSKU, vydavatelství, n. p., Praha, redakce Praha I, Národní tř. 25 (Metro). Telefon 23-30-27. Řídí František SMOLÍK s redakčním kruhem (Josef ČERNÝ, Vladimír DANCÍK, Antonín HÁLEK, Ing. Dr. Miroslav JOACHIM, Karel KRBEC, Arnošt LAVANTE, Ing. Jan NAVRÁTIL, Ing. Oto PETRÁČEK, Josef POHANKA, laureát státní ceny, Antonín RAMBOUSEK, Josef SEDLÁČEK, mistr radioamatérského sportu a nositel odznaku „Za obětavou práci“, Josef STEHLÍK, mistr radioamatérského sportu, Vlastislav SVOBODA laureát státní ceny, Jan ŠÍMA, mistr radioamatérského sportu, Zdeněk ŠKODA.) Administrace NAŠE VOJSKO, n. p., distribuce, Praha II, Vladislavova 26, telefon 22-12-46, 23-76-46. Vychází měsíčně, ročně vyjde 12 čísel. Cena jednotlivého čísla 3,50 Kčs, předplatné na půl roku 17,50 Kčs. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky přijímá každý poštovní úřad i doručovatel. Tiskne NAŠE VOJSKO n. p., Praha. Otisk povolen jen s písemným svolením vydavatele. Příspěvky redakce vrací, jen byly-li vyžádány a byla-li přiložena frankovaná obálka se zpětnou adresou. Za původnost a veškerá práva ručí autoři příspěvků. Toto číslo vyšlo 10. února 1956.



Obr. 45. Skříňka zdroje



Obr. 46. Kostra napáječe



Obr. 47. Kostra přijímače